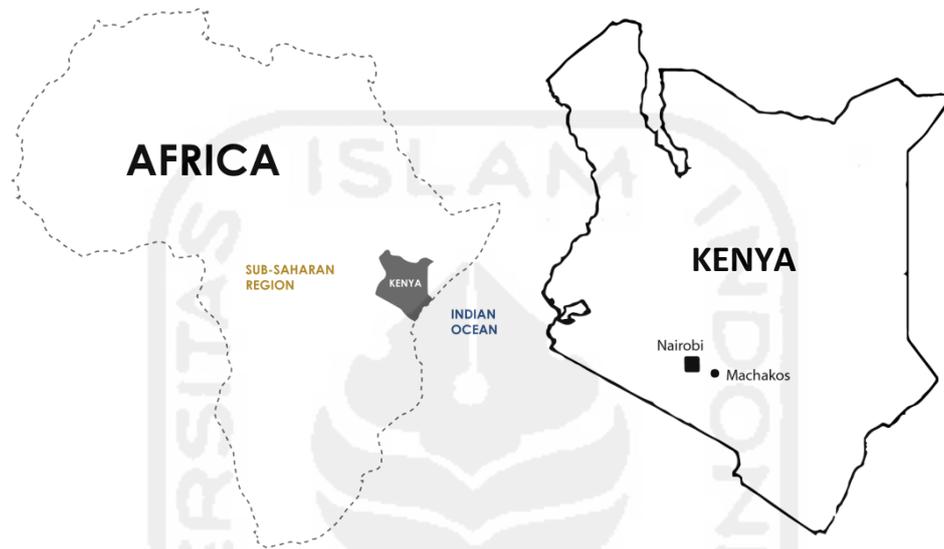


## BAGIAN 2

### PENELUSURAN PERSOALAN PERANCANGAN DAN PEMECAHANNYA

#### 2.1 Narasi Konteks Lokasi Site



Gambar 2.1 Lokasi Kenya dalam Benua Afrika

Courtesy of Ruoying Tang

Lokasi: Machakos Town, Kenya.

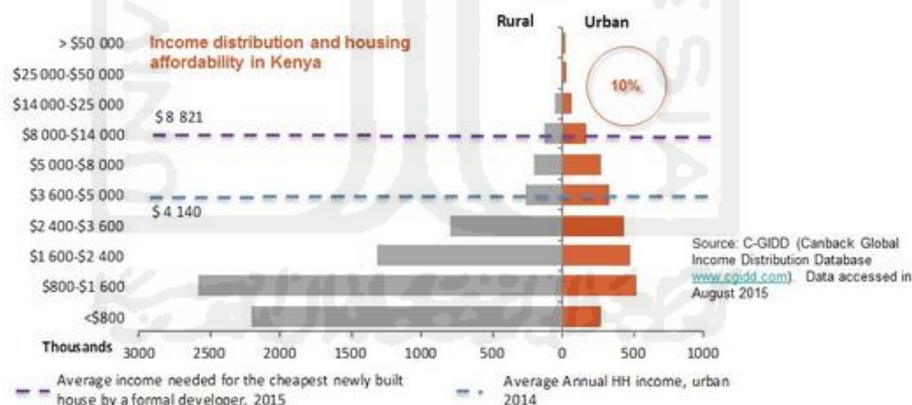
Kota Machakos berada sejauh 56 kilometer dari Nairobi dengan luas wilayah 925.2 km<sup>2</sup> dan merupakan pusat administratif Kabupaten Machakos. Pada masa penjajahan Kota Machakos merupakan pusat pemerintahan Kenya hingga akhirnya dipindah ke Nairobi. Kota Machakos dikelilingi oleh daerah perbukitan dan banyak pertanian keluarga. Pertumbuhan penduduknya dalam 30 tahun diprediksikan mencapai 354.000 orang dari populasi 150.141 orang pada tahun 2009 (UN-Habitat, 2016). Pertumbuhan ini perlu diimbangi oleh pembangunan infrastruktur, perumahan, dan pengelolaan lingkungan. Tetapi pertumbuhan terhambat pada bagian timur tepi kota yang masih berupa perbukitan karena terlalu mahalnya pembangunan infrastruktur.

Ketika kota Machakos telah tumbuh secara spasial, bagian ini hanya mengalami pertumbuhan spasial yang sedikit terlihat dari infrastruktur yang tidak memadai. Sisi timur seolah menjadi bagian 'belakang' dari kota, di mana daerah

perkotaan telah dikembangkan tetapi kondisi lingkungan terus menurun. Site yang terletak di daerah pedesaan ini memiliki jalur sungai yang dapat sewaktu-waktu banjir dan merupakan pembatas antara perkotaan dan pedesaan. Pendapatan rata-rata penduduk desa masih relatif rendah dengan mata pencaharian umumnya petani, dibarengi dengan kegiatan bisnis lainnya. Para petani ini umumnya menanam variasi tumbuhan di lahan kecil untuk dikonsumsi sendiri dan tanaman seragam di lahan yang besar untuk dijual.

### Kebutuhan Perumahan

Rumah di Kabupaten ada yang sudah permanen dan masih semi permanen, secara keseluruhan 59,2% memiliki dinding bata atau blok, 23,9% berdinding batu dan 12,3% berdinding lumpur atau kayu. Rumah berlantai tanah persentasinya paling tinggi sebesar 62,4%, yang berlantai semen sebesar 46,6% dan hanya 0,4% dari perumahan yang memiliki lantai keramik. Bahan atap utama di Kabupaten adalah seng bergelombang dengan jumlah 82% dari total rumah. Rumah-rumah lain yang beratap menggunakan 14,5% rumput, 1% ubin, 1,2% beton dan 0,5% asbes lembar.



The cheapest newly built house built by a private developer in Kenya, 2015, was **US\$17 000**. Even this is only affordable to about 10% of the urban population. The income required to buy this house is double the avg annual hh income in urban areas.

There is a disconnect between the price of formal, developer-built housing and the affordability of the population. The vast majority of the population across the continent live in houses they built themselves, with various degrees of success and quality. Can developers & investors shift their emphasis to meet the needs of the majority?



Gambar 2.2 Grafik Kebutuhan Rumah

(sumber: CAHF, 2015)

Perumahan formal yang sudah diproduksi masih sulit dijangkau penduduk pendapatan menengah ke bawah, karena untuk membeli unit paling murah yang dibangun developer dibutuhkan pendapatan rata-rata per tahun Rp117.782.402,50 padahal pendapatan rata-rata penduduk hanya sebesar Rp55.279.350,00. Unit paling murah seharga Rp227.162.500,00 ini hanya mampu dijangkau oleh 10% penduduk Kenya (CAHF, 2015).

Hal ini mengarah pada menjamurnya pemukiman informal di kota yang semakin hari semakin kumuh dengan gaya hidup yang tidak higienis karena sulitnya air bersih dan buruknya saluran sanitasi. Rumah-rumah non permanen ini pun menggunakan material yang mudah terbakar, sehingga bila terjadi kebakaran maka akan membahayakan banyak nyawa (African Slum Journal, 2015).

Apalagi untuk pendapatan petani ladang kecil yang hanya Rp788.700,00 hingga Rp1.577.240,00 per bulan. Mereka tidak akan mampu membeli perumahan formal dari developer.

### Tata Guna Lahan

Table 6.3: Existing land use within the planning area

Sl. No.	Land use categories	Existing	
		Area (ha)	% Area
1	Residential	2054	3.92
2	Industrial	31	0.06
3	Educational	386	0.74
4	Recreational	92	0.18
5	Public Purpose	256	0.49
6	Commercial	75	0.14
7	Public Utility	51	0.10
8	Transportation	1267	2.42
9	Undeveloped Agriculture Land	26361	50.31
10	Agriculture Land	20345	38.83
11	Conservation (Hill and Forest)	427	0.81
12	Riparian Reserve	1034	1.97
13	Water Body	21	0.04
<b>Total</b>		<b>52400</b>	<b>100.00</b>
Total Population (Projected 2015)		149669	
Gross Population Density (person/Ha)		2.8	

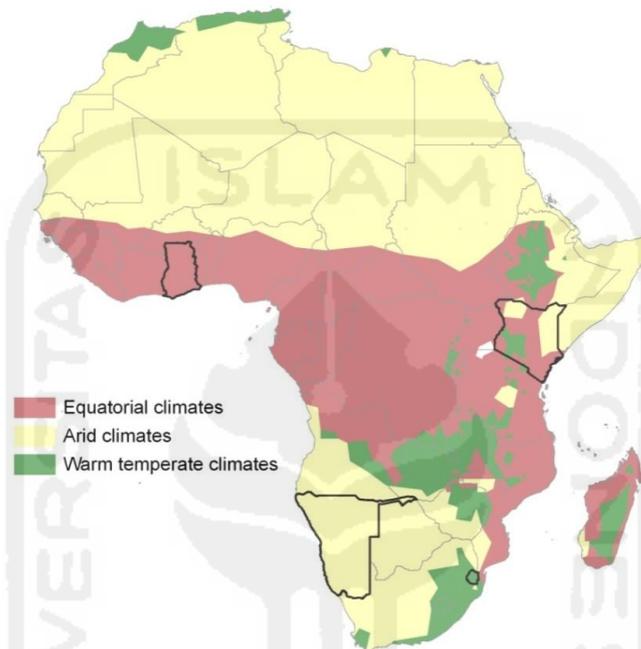
Tabel 2.1 Tata Guna Lahan Kota Machakos

(sumber tabel: Berkas Laporan ISUDP, 2015)

Seperti yang dapat dilihat di tabel, masih banyak area pertanian yang belum berkembang dan mengisi lebih dari setengah luas area kota. Area

pemukiman yang mengisi 3,92% area kota pun akan semakin berkembang karena penambahan populasi, sehingga besar kemungkinan pemukiman akan mengekspansi lahan pertanian. Hal ini harus diantisipasi sehingga pemukiman tidak mematikan potensi pertanian kota.

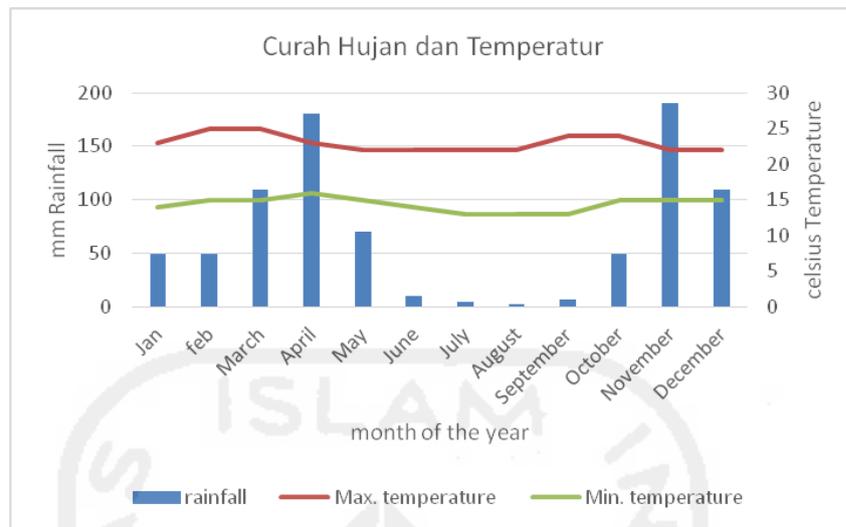
### **Iklm dan Temperatur**



Gambar 2.3 Peta Iklm Afrika

Berdasarkan peta iklim pada gambar, Kenya memiliki tiga jenis iklim yang berbeda untuk daerah yang berbeda, kota Machakos yang berada di daerah tengah memiliki iklim tropis khatulistiwa, tetapi hujan tahunan di Machakos tidak terdistribusi merata dan tidak dapat diandalkan. Rata-rata curah hujan berada di antara 50 mm dan 200 mm. Diprediksi hujan singkat terjadi di bulan Oktober dan Desember sementara hujan panjang terjadi di bulan Maret sampai Mei. Machakos tidak mengalami musim hujan sepanjang tahun sehingga ada pula musim kering dengan curah hujan hanya 2-10 mm di bulan Juni sampai September. Temperatur rata-rata berkisar antara 13°C sampai 25°C dengan suhu terdingin di bulan Juli sampai September dan terhangat di bulan Februari sampai Maret. Iklim ini cukup menyulitkan sektor pertanian karena saat musim hujan di site ini dapat

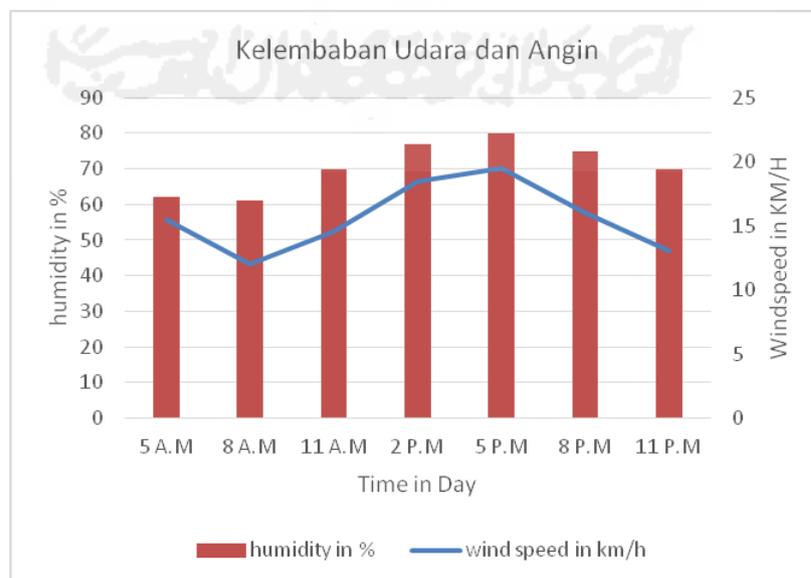
menyebabkan banjir, sementara saat musim kering menyebabkan sulitnya persediaan air bersih.



Gambar 2.4 Grafik Curah Hujan dan Temperatur  
Courtesy of Magdaline Mbugua

### Kelembaban Udara dan Angin

Kelembaban udara harian di site masih termasuk normal dibandingkan suhu rata-ratanya, dengan kelembaban paling rendah yaitu 61% di pukul 8 pagi dan tertinggi yaitu 80% di pukul 5 sore sehingga terasa sejuk di site. Sementara angin bertiup umumnya dari arah barat daya dan beberapa kali dari arah barat dengan kecepatan yang cukup rendah berkisar antara 12 km/jam hingga 19,5 km/jam dalam sehari.



## Gambar 2.5 Grafik Kelembaban Udara dan Arah Angin

Courtesy of Magdaline Mbugua

### Potensi Pertanian

Berdasarkan data statistik hasil utama pertanian di kota Machakos berupa kopi, kacang Perancis, nanas dan sorgum (jenis sereal), selain itu juga terdapat teh, produk hortikultura, pyrethrum, sisal, dan tembakau. Machakos juga terkenal akan buah mangga manis, jeruk manis, alpukat, anggur, dan macadamia. Beberapa produk lain seperti madu Ukikuyuni sangat terkenal dan legendaris, serta potensi produksi kapas yang besar. Semua hasil pertanian yang memiliki akses baik akan mencapai supermarket langsung tanpa proses pabrik. Kabupaten bahkan telah mengalokasikan dana sebesar 500 juta shilling Kenya untuk membeli makanan langsung dari petani demi menjaga kelestarian mereka. Selain itu pemerintah juga telah membangun 200 kolam ikan dengan jenis ikan nila, mudfish, dan lele di setiap sub kabupaten (MIDP, 2015).



Gambar 2.6 Potensi Pertanian Machakos

(sumber: MIDP, 2015)

Di Kenya, unggas lokal adalah spesies pertanian yang paling populer dan umum. Menurut hasil sensus yang dirilis oleh Asosiasi Peternak Unggas Kenya (KEPOFA), populasi unggas berada di angka 32 juta, dimana 6 juta adalah hibrida komersial dan sisanya adalah unggas asli. Mereka memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kebutuhan sosial-ekonomi dan gizi untuk sekitar 21 juta orang, banyak yang tinggal di daerah pedesaan Kenya.

Di pedesaan, ayam lokal disimpan di bawah sistem angon di mana mereka dilepas untuk mencari makan di siang hari dan dikandangi di malam hari. Tetapi ayam memiliki tingkat kematian yang tinggi karena predator seperti elang. Petani pedesaan hampir tidak bisa menjual atau menyembelih ayam mereka kecuali selama musim festival atau ketika kunjungan tamu penting (Agrowingculture, 2011).

## Pola Pertanian di Kenya

Rumah-rumah di seluruh daerah terdiri dari struktur yang berbeda yang melayani tujuan yang berbeda, seperti memasak, makan, tidur, melindungi hewan di malam hari dan menyimpan makanan. Di dataran rendah terpencil Kerio-Valley, Kenya, sebuah komunitas pertanian campuran dari suku Kalenjin, sub-suku, yang dikenal sebagai Tugen, masih menggunakan lumbung tradisional. Dikenal sebagai "choge" dalam bahasa lokal, dua lumbung ini masih dimiliki oleh masyarakat, satu untuk penyimpanan makanan dan benih; yang lain untuk tidur.

Di lumbung untuk tidur, pintu diposisikan di bagian bawah lantai. Hal ini untuk mencegah nyamuk masuk di malam hari, dan orang-orang percaya ini sebagai cara yang efektif untuk mencegah malaria. Lumbung sedikit lebih tinggi untuk memungkinkan ruang untuk memasak dan makan karena dalam lumbung digunakan hanya tidur untuk tidur. Lumbung dihormati oleh masyarakat Kenya dan dianggap sebagai struktur penting bagi setiap pemukiman.

Region	Household Members				Total Count	Mean HH Size
	1 -2	3-4	5 - 6	7+		
Machakos	12.6	22.3	30.2	35.0	215,817	5.6

Tabel 2.2 Rata-rata Dimensi Rumah Tangga  
(KIHBS, 2005)

Region	Cattle	Sheep	Goats	Pigs	Chicken	Other Poultry	Donkeys	Other Animals	Total Count
Machakos	66.0	30.7	77.1	0.7	94.1	3.9	7.8	5.9	153

Tabel 2.3 Proporsi Jenis Ternak per Keluarga  
(KIHBS, 2005)

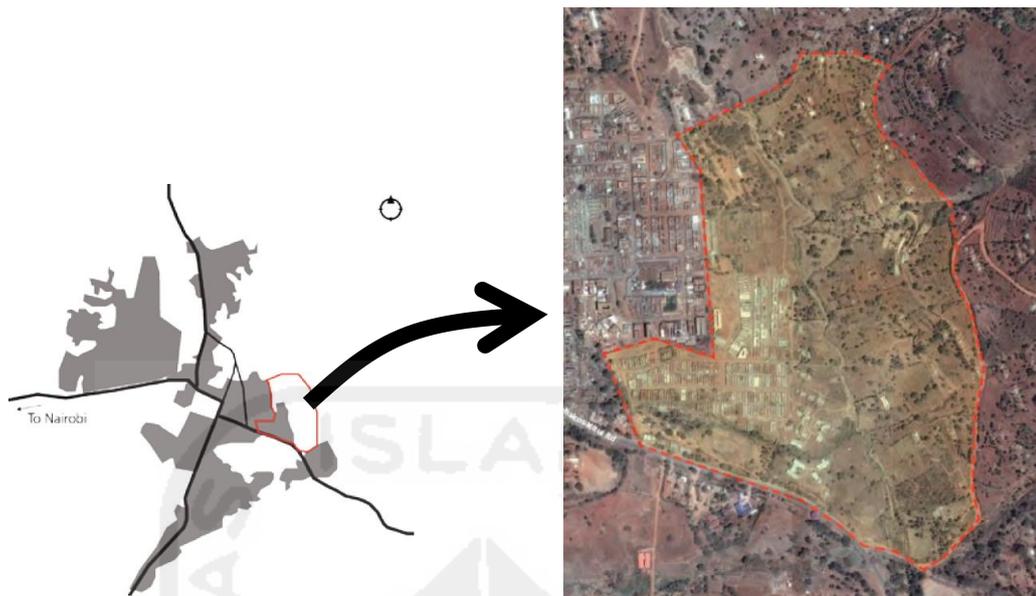
Region	Average Number	No. of Cattle									Total Count
		1	2	3	4	5 - 10	11 - 20	21 - 50	51 +	None	
Machakos	4.3	8.5	16.3	7.8	11.8	15.7	3.3	0.7		35.9	153

Tabel 2.4 Persentase Jumlah Sapi per Keluarga  
(KIHBS, 2005)

Region	Average Number	No. of Goats									Total Count
		1	2	3	4	5 - 10	11 - 20	21 - 50	51 +	None	
Machakos	6.9	2.6	7.8	3.9	5.2	15.0	4.6	3.3		57.5	153

Tabel 2.5 Persentase Jumlah Kambing per Keluarga  
(KIHBS, 2005)

## 2.2 Peta Kondisi Fisik



Gambar 2.7 Kawasan Pertanian di Kota Machakos

Courtesy of Ruoying Tang

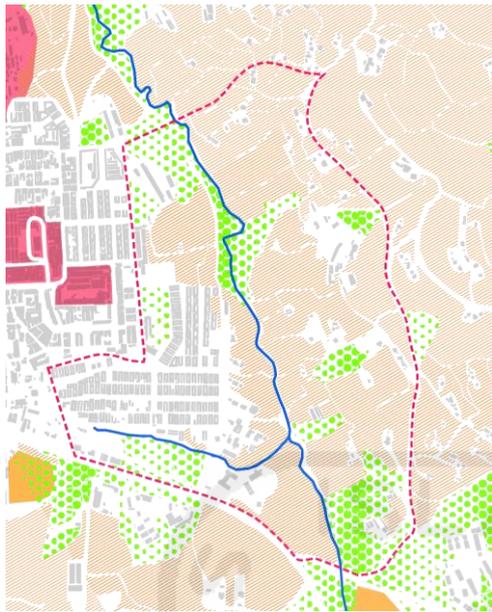


### Road Network

- Road C97
- Murram Road
- Road access to focus area
- Paved Urban Road
- Unpaved Motorable Tracks
- Existing Entrance
- Proposed Added Entrance

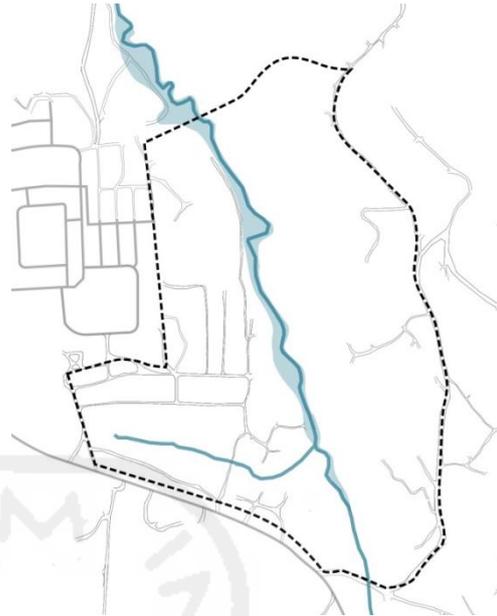
Gambar 2.8 Peta sebaran bangunan

Gambar 2.9 Peta jaringan jalan



- Cultivated Land
- Forest
- Parking
- Social Amenity
- Recreational Area

Gambar 2.10 Tata guna lahan



**Flood Plain**

- Occasionly Flood Area
- Stream

Gambar 2.11 Peta rawan banjir



**Sewerage, Water Supply & Sanitation Infrastructure**

- Water-supply Network
- Sewer Lines
- Drainages
- Water Points
- Public Toilets

Gambar 2.12 Infrastruktur Air



**Other Infrastructure**

- Parking Area
- Bodaboda(Taxi Bicycle) Parking Area
- Fire Hydrants
- Street Lights
- High Masts

Gambar 2.13 Infrastruktur lain

Courtesy of Ruoying Tang

Berdasarkan peta karakteristik fisiografi, site ini memiliki tanah jenis clayey (bagus untuk bahan bangunan) dan loamey (bagus untuk tanaman). Sebaran bangunan yang masih tidak merata karena pembangunan lebih terpusat pada sisi barat sungai yang masuk area perkotaan menyebabkan menjamurnya pemukiman informal, sementara sisi timur sungai terbengkalai. Daerah timur yang masih berupa perbukitan inilah yang menjadi site perancangan.



Gambar 2.14 Lokasi Site dalam Kawasan Pertanian

*Courtesy of Adhe Nurtsani*

Lokasi site perancangan merupakan lahan pertanian seluas 2 hektar yang belum berkembang dan belum tersentuh pembangunan infrastruktur. Daerah ini dialiri yang sungai dapat sewaktu-waktu banjir saat musim hujan (MIDP, 2015) sehingga akan sangat bermanfaat bila air hujan diolah dan ditampung untuk masa kekeringan. Pada site perancangan terdapat 8 bangunan eksisting yang berfungsi sebagai rumah dan penyimpanan hasil pertanian.



Gambar 2.15 Blok Plan Site Perancangan

*Courtesy of Adhe Nurtsani*

### **2.3 Data Site dan Peraturan Bangunan Terkait**

Lokasi perancangan berada di daerah perbukitan bagian timur di Kota Machakos, Kabupaten Machakos, Kenya, Afrika Timur. Belum ada peraturan spesifik tentang pembangunan di kawasan ini. Kebijakan properti dan tanah masih dirumuskan oleh pemerintah secara bertahap disesuaikan di sektor konstruksi. Beberapa peraturan terkait tentang perumahan dalam *National Planning and Building Authority Kenya* tahun 2009:

## KDB, KLB

Sementara untuk dimensi standar, Kenya belum mengeluarkan peraturan khusus tentang KDB, KLB, maupun setback bangunan khusus perumahan, sehingga dalam perancangan ini menggunakan standar pemukiman urban yang paling mendekati standar Ecovillage dan standar bangunan Kenya, sehingga ditemukan standar dari State Commission for Housing di Irak.

Type of houses	Plot area in sq m\ obligatory	Frontage of plot \in m.\	Recommended minimum Set-back Of building Front line from right-of way line in m.	Coverage ratio\maximum built-up area to total plot area\	Floor area ratio\total floor area to net residential area/	Accommodation density\dwelling /hectare/	Population net density Inhabitants /hectare
One-family houses:							
- detached	400-600 /1	16-24	4.0	0.30	0.22-0.33	13-21	80-130
-semi-detached	300-400	10-20	4.0	0.45	0.25-0.39	18-27	110-160
-row houses	200-350	5-10	2.5	0.6	0.43-0.48	24-42	140-250
-courtyard /atrium houses	150-300	10-15	2.5/ 2	0.75	0.44-0.52	28-48	170-290
Multi-family:							
-low-rise					0.60-1.00	40-80	200-400
-high-rise					0.90-1.50	60-120	250-500

Tabel 2.6 Indikator Perencanaan Pemukiman

Type of houses	Land use balance	Accommodation gross density	Population gross density
Multi-family:			
-high- rise	0.45-0.65	35-70	150-300
-low -rise	0.50-0.70	20-60	100-250
One-family:			
-detached and semi-detached	0.63-0.80	9-21	50-130
- row and courtyard	0.55-0.70	12-32	80-200

Tabel 2.7 Intensitas Penggunaan Lahan

Facility	Age group of users	Area in sq.m. per one inhabitant	Recommended plot size in sq m		Max. distance of access from dwellings/in m/	Access
			total	field		
playfield	Children from 6 up to 11 years	0.75	600-900	400-600	200-300	crossing with access streets allowed
Sport field	Youth from 12 up to 18 years	0.50	900-1500	600-1000	500-800	crossing with collector street allowed
Community park and squares/including sport courts/	for all inhabitants	5.00	-	-	800	crossing with collector streets allowed

Tabel 2.8 Indikator Perencanaan Ruang Terbuka

### **Kamar, Dapur, Bangunan**

- a. Kamar layak huni memiliki luas minimal  $7\text{m}^2$  untuk hunian kamar single dan dimensi interior minimal 2,1m. Jumlah orang yang akan ditampung di ruangan tersebut dihitung dengan standar  $3,5\text{m}^2$  per orang.
- b. Tinggi kamar tidur minimal 2,4m dengan luas lantai minimal  $7\text{m}^2$  dengan ketinggian yang jelas minimal 1,8m di setiap titik dari tepi lantai pada lebih dari 0.75m.
- c. Tinggi kamar mandi, binatu atau ruangan yang berisi air, minimal 2,1m lebih dari setiap area di mana seseorang biasanya ada dalam posisi berdiri.
- d. Permukaan interior dapur harus dilindungi dengan ubin atau adukan semen atau bahan antiserap lain, dengan ketinggian minimal 1,2m dari permukaan lantai dan ketebalan tidak kurang dari 12,5mm.
- e. Setiap dapur harus dilengkapi dengan: perapian atau slab memasak dengan cerobong kecuali memasak dilakukan dengan gas, minyak atau listrik; wastafel dan perlengkapan untuk penyediaan air.
- f. Ruang makan untuk populasi 16-100; luas area  $0.6\text{m}^2$  per orang tetapi tidak kurang dari  $12\text{m}^2$ .
- g. Lantai cor memiliki ketebalan minimal 750mm.
- h. Di kamar hunian jendela harus dikonstruksi dengan luasnya minimal  $1/20$  dari luas lantai ruangan dengan akses terbuka ke udara luar, dan berada pada ketinggian 1,75m di atas lantai.

### **Ruang Terbuka Depan Bangunan**

Sebuah bangunan domestik harus menyediakan ruang terbuka langsung di depannya yang membentang di sepanjang bagian depan bangunan dan lebarnya tidak kurang dari 6m diukur dari sudut kanan. Jika bagian depan bangunan adalah jalan dengan lebar kurang dari 6m lebar ruang terbuka tersebut bisa tidak kurang dari lebar jalan ditambah setengah dari perbedaan antara lebar jalan dan 6m.

## Jalan Akses Perumahan

Tipe Jalan	Lebar Jalan Kendaraan	Lebar Jalan Setapak
Utama	7 m	2,75 m
Sekunder	5,5 m	2 m

Tabel 2.9 Standar Dimensi Jalan

Setiap jalan setapak sebaiknya dicor dengan beton tidak kurang dari tebal 50mm, dan ditutupi dengan paving Granolithic tidak kurang dari tebal 12.5mm atau bahan lain yang disetujui.

*Retaining wall* tidak melebihi ketinggian 4m yang disampaikan secara terpisah dari rencana bangunan utama

### Tentang Penghawaan Pasif dan Alami

- Semua daerah kaca eksternal termasuk jendela, dinding kaca, atrium dan daerah atap berkaca lainnya harus diberi peneduh penuh dari sinar matahari langsung pada pukul 9:00-16:00 sepanjang tahun.

### Tentang Pencahayaan alami

- Semua ruang hunian harus disediakan dengan cahaya alami.
- Di mana pencahayaan alami tidak mungkin, lampu hemat energi harus dipasang pada saat konstruksi.

### Tentang Solar dan Sumber Energi Terbarukan lainnya

- Semua perkembangan perumahan baru atau perubahan dan ekstensi dari bangunan yang sudah ada harus memiliki instalasi pemanas air panas surya untuk kamar mandi. Tidak boleh ada pembangunan perumahan baru yang diizinkan untuk menggunakan jaringan listrik nasional untuk pemanas air di kamar mandi.
- Perkembangan baru harus mempertimbangkan produksi listrik sendiri dari instalasi photovoltaic (yang terdiri dari dinding cladding dan atap dll) dan dari tenaga angin di lokasi yang cocok.

### Tentang Keselamatan Bangunan

Hydrant harus berada dalam radius maksimal 90m dari kompleks perumahan (National Planning and Building Authority Kenya, 2009).

## Ramp Untuk Penyandang Cacat

Ramp harus dirancang dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Lebar ramp tidak kurang dari 1,05m;
- b. ruang tidak kurang dari 1,5m<sup>2</sup> harus disediakan di kepala dan kaki setiap ramp;
- c. saat ramp berada pada gradien dari 1:20 atau curam, sebuah bordes sepanjang 1.2m harus disediakan untuk setiap 10m dari jalur horizontal;
- d. setiap ramp dengan kenaikan lebih besar dari 200mm, yang mengarah ke bawah menuju daerah di mana ada kemungkinan lalu lintas kendaraan, harus memiliki pagar di seberang lebar penuh ujung bawah, tidak kurang dari 1,5m dari kaki jalan;
- e. ramp tidak boleh memiliki gradien melebihi 1:12;
- f. semua ramp harus dilengkapi dengan pegangan tangan di kedua sisi. Pendukungnya tidak boleh menyebabkan hambatan hingga ketinggian 700mm di atas permukaan ramp.

## 2.4 Data Ukuran Lahan dan Bangunan

Berdasarkan tabel standar tersebut maka hasil perhitungannya kotornya adalah sebagai berikut:

### Building Coverage Ratio

$$\text{Coverage ratio} = \frac{\text{Maximum built - up area}}{\text{Total plot area}}$$

$$0,30 = \frac{x}{20000}$$

$$0,30 \times 20000 = x$$

$$6000 \text{ m}^2 = x$$

Maksimal luas lahan yang terbangun untuk area pemukiman adalah 6000 m<sup>2</sup>, sehingga sisanya untuk lahan pertanian

### Total Floor Area

$$\text{Floor ratio} = \frac{\text{Total floor area}}{\text{Net residential area}}$$

$$0,3 = \frac{x}{20000}$$

$$0,3 \times 20000 = x$$

$$6000 \text{ m}^2 = x$$

Berdasarkan angka tersebut maka rumah yang terbangun hanya memiliki satu lantai atau *low-rise*.

### **Gross Resident**

$$\text{Land use balance} = \frac{\text{Net residential area}}{\text{Gross residential area}}$$

$$0,7 = \frac{x}{6000}$$

$$0,7 \times 6000 = x$$

$$4200 \text{ m}^2 = x$$

Luas bersih area pemukiman 4200m<sup>2</sup>

### **Dwelling Number**

$$\text{Accommodation density} = \frac{\text{Number of dwellings}}{\text{Residential area}}$$

$$13 = \frac{\text{Number of dwellings}}{0,6}$$

$$7,8 = \text{Number of dwellings}$$

Dibulatkan jumlahnya maka target rumah terbangun adalah 8 rumah.

### **Inhabitant**

$$\text{Population density} = \frac{\text{Number of inhabitant}}{\text{Residential area}}$$

$$80 = \frac{\text{Number of dwellings}}{0,6}$$

$$48 = \text{Number of inhabitant}$$

Jumlah target penghuni adalah 48 orang.

### **Community park**

$$\text{Total plot area} = \text{Area per person} \times \text{Total inhabitant}$$

$$\text{Total plot area} = 5 \times 48$$

$$\text{Total plot area} = 240 \text{ m}^2$$

Total luas area taman bersama adalah 240 m<sup>2</sup>.

## **Luas unit**

Melalui pertimbangan jumlah penghuni dan unit rumah, maka satu rumah maksimal memiliki 4 kamar dengan jumlah 1 lantai, maka satu luas unit rumah idealnya adalah  $99\text{m}^2$ . Namun dalam konteks ini satu unit rumah dapat dikurangi dimensinya karena beberapa fungsi ruang yang diubah menjadi komunal, yaitu dapur, ruang makan dan toilet.

## **2.5 Data Klien dan Pengguna**

Klien sekaligus pengguna adalah para petani di kota Machakos yang memang mengurus pertanian keluarga sendiri dengan skala yang kecil. Umumnya satu keluarga memiliki lahan pertanian seluas 1,5 acre atau sekitar  $6070\text{m}^2$ . Meskipun bisa menghidupi makan sendiri dari hasil pertanian, terkadang ketidak siapan menghadapi kekeringan menjadi masalah serius dan banyak yang belum memiliki solusi terhadap iklim cuaca. Maka perancangan ini diharapkan menjawab kecemasan para petani dan mempertahankan keberlanjutan lahan mereka.

## **2.6 Kajian Tema Perancangan**

Tema perancangan yaitu tentang perencanaan dan perancangan ecovillage dengan prioritas pada unsur lingkungan melalui penekanan konsep permakultur.

### **2.6.1 Narasi Problematika Tematis**

Menjamurnya pemukiman informal di kota disebabkan kurangnya perhatian pada sektor menengah ke bawah sehingga produksi rumah yang ada pun tidak terjangkau. Sementara itu rencana pembangunan kota dan pemukimannya mengancam keberlangsungan pertanian sebagai pemasok stok makanan utama bagi masyarakat di Kenya, terutama pertanian kecil milik keluarga yang kemungkinan besar akan tergusur.

Penelitian ini berusaha mengungkap bagaimana model pemukiman alternatif yang dapat membantu para petani bertahan di lahan pertaniannya dengan menyesuaikan kearifan lokal. Bagaimana model interior yang sesuai dengan pola kultural masyarakat Kenya terutama petaninya. Bagaimana sirkulasi

site yang efektif sesuai sistem permakultur. Bagaimana mengintegrasikan sistem sanitasi drainase pemukiman dengan lingkungan pertanian sehingga tidak ada limbah terbuang, tapi digunakan kembali sebagai bagian dari sistem permakultur. Bagaimana rancangan sistem energi mandiri dari sumber matahari dan biomassa. Bagaimana sistem pertanian yang sesuai dengan prinsip permakultur.

## **2.6.2 Paparan Teori yang Dirujuk**

Pada penjelasan teori yang menjadi rujukan ini akan dibahas kajian mengenai Ecovillage, Permakultur, Akuakultur, Material Lokal, Material Alternatif (Hempcrete), Teknologi Pengolahan Air, serta Teknologi Pengolahan Energi.

### **2.6.2.1 Kajian Ecovillage**

#### **A. Pengertian**

Ecovillage adalah komunitas yang dibangun dengan tujuan untuk menjadi lebih berkelanjutan secara sosial, ekonomis dan ekologis. Ecovillage biasanya komunitas berskala kecil dengan dampak ekologis yang minimal atau dampak regeneratif sebagai alternatif. Penghuninya disatukan oleh nilai-nilai ekologi, sosial-ekonomi dan budaya-spiritual bersama. Secara konkret mereka mencari alternatif untuk listrik, air, transportasi, dan sistem pengolahan limbah, serta sistem sosial yang lebih besar yang mencerminkan dan mendukung mereka. Tergerak oleh keinginan untuk menghentikan kerusakan bentuk-bentuk tradisional dari masyarakat, gaya hidup konsumtif boros, perusakan habitat alami, sebaran urban, peternakan, dan ketergantungan pada bahan bakar fosil demi mencegah bencana ekologis dan menciptakan cara-cara yang lebih kaya dan lebih memuaskan hidup.

Menurut Kosha Joubert, Presiden Global Ecovillage Network, definisi sebuah Ecovillage yaitu komunitas tradisional yang secara sadar dirancang oleh penduduknya, di mana orang mampu menghargai apa yang mereka miliki dan mengintegrasikan ini dengan teknologi inovatif untuk membuat hidup mereka lebih berkelanjutan, dan seluruh proses yang terjadi di dalamnya dimiliki oleh orang-orang yang tinggal di sana. Tujuannya adalah untuk menumbuhkan

lingkungan sosial dan alam. Dalam pandangan ini, mencapai keberlanjutan saja tidak cukup, sangat penting juga untuk meregenerasi struktur sosial dan lingkungan hidup, dan di semua empat dimensi keberlanjutan: sosial, lingkungan, ekonomi dan budaya (wikipedia, 2016).

### **B. Pendekatan Desain**

Terdapat tiga aspek prioritas dalam merancang Ecovillage, yaitu Lingkungan, Sosial, dan Budaya/Spiritual. Komunitas yang ingin membangun sebuah Ecovillage harus menentukan prioritas mereka. Dalam banyak proyek, salah satu dari tiga aspek akan muncul dengan jelas dari tahap desain. Idealnya, integrasi dari tiga komponen akan muncul secara bertahap. Untuk proyek-proyek baru, pendekatan ini dapat membantu dalam mengklarifikasi dimana prioritas sebuah komunitas dan apa yang mereka inginkan.

Banyak Ecovillage berorientasi lingkungan ekologis dimulai dari perspektif pengembangan gaya hidup sederhana. Mereka ingin mengurangi "jejak ekologi" hingga sebanyak 80%. Desain permakultur telah menjadi metode utama pilihan mereka berdasarkan pada nilai-nilai "peduli bumi dan manusia". Hal ini sebagian besar dikembangkan dari perspektif keluarga tunggal dan bagaimana rumah-rumah dalam kondisi terbaik terintegrasi dengan alam. Memperhatikan batas air, mengikuti kontur dan lereng lanskap adalah karakter khas desain permakultur. Juga termasuk penempatan rumah sesuai dengan empat arahan, yaitu paparan angin dan matahari, frekuensi curah hujan, menciptakan iklim mikro, kapasitas menahan air, dll.

Penempatan dan arsitektur rumah didasarkan pada pengamatan ini dan mengikuti prinsip-prinsip pembangunan ekologi. Infrastruktur juga menemukan ekspresi yang baru. Pertimbangan yang sama digunakan untuk penempatan dan metode produksi kegiatan pangan, produksi energi terbarukan, fasilitas pengolahan air limbah, daur ulang limbah, toilet kompos dan bisnis hijau. Restorasi habitat alam dan keanekaragaman alam adalah panduan prinsip, seperti konsep klasik sekarang zona permakultur (Jackson, 2004)

### **C. Pemukiman**

Rumah dalam Ecovillage dibangun untuk bertahan lama, aspek kuncinya adalah diorientasi dan dibangun untuk efisiensi energi dan mengatur iklim alami dengan desain pasif. Prinsip yang sering dilupakan adalah hanya membangun sebanyak yang dibutuhkan, kecil itu lebih indah, sehingga pada ecovillage yang diperbanyak adalah ruang publik. Secara kolektif, fasilitas umum yang ada di site lebih luas jangkauannya daripada rumah tangga biasa.

Dalam prioritas sosial, rumah tinggal dibangun berdekatan bersama-sama di sepanjang jalan atau di sekitar ruang publik (taman bermain, teras) untuk memudahkan komunikasi di antara penduduk dan untuk menempatkan kebutuhan anak terlebih dahulu. Biasanya rumah umum akan ditempatkan di pintu masuk atau di pusat desain. Mobil selalu disimpan di pinggir. Di Ecovillage bermotif sosial rumah-rumah sering dibagi ke dalam kluster untuk membuat lebih banyak interaksi dan komunitas dalam setiap cluster, masing-masing biasanya memiliki rumah umum. Kluster tidak boleh terlalu besar, antara 10 dan 30 rumah. Sebagai contoh, Munksøgaard di Denmark terdiri dari 5 kluster 20 rumah masing-masing: satu untuk senior, satu untuk pemuda dan tiga cluster keluarga. Pada kluster keluarga, satu dibangun pemiliknya, satu adalah co-op dan satu berbasis sewa. Dengan cara ini semua kelompok sosial dan pendapatan dari masyarakat dapat hidup bersama dalam lingkungan rumah yang tampak sangat mirip (Jackson, 2004).

### **D. Pemilihan Material**

Material yang tidak beracun, rendah energi, dan berasal dari sumber yang berkelanjutan sangat disarankan untuk gaya hidup sehat dan nyaman. Beberapa kriteria memilih material adalah:

- terbarukan atau sumber berkelanjutan, dengan rendah dampak lingkungan dalam ekstraksinya
- energi yang terkandung rendah –energi yang dibutuhkan untuk mengekstrak, memproduksi dan mengangkut material ke site
- toksisitas rendah untuk produsen, pembangun dan penghuni
- dapat digunakan kembali atau didaur ulang pada akhir hidup bangunan

- daya tahan
- biaya dan ketersediaan

Menggunakan kriteria ini, sebagian besar bahan bangunan yang digunakan di ecovillage sederhana, bahan yang bersumber secara lokal digunakan dekat dengan kondisi alamnya. (Jackson, 2004).

## **2.6.2.2 Kajian Permakultur**

### **A. Pengertian**

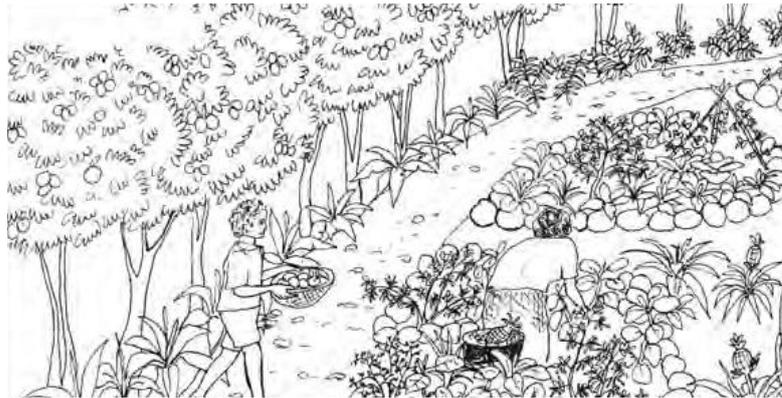
Permakultur awalnya berasal dari '*permanent agriculture*' kemudian berkembang lebih luas menjadi '*permanent culture*'. Permakultur bukan sekedar menanam tapi sebuah konsep mental dan perilaku yang menjaga keseimbangan hubungan manusia dan alam. Permakultur memiliki prinsip dasar yaitu, peduli bumi, peduli manusia, dan berbagi dengan adil. Permakultur mempromosikan prinsip kerja sama baik antara manusia dengan manusia, manusia dengan alam serta makhluk lainnya. Setiap bagian sistem harus menghasilkan sumber daya, ketika satu sistem menghasilkan, maka sistem lain akan menerima, tidak ada sampah dalam permakultur, yang ada hanya sumber daya untuk sistem yang lain sehingga menciptakan siklus berantai.

### **B. Perancangan**

Dalam konteks perancangan ini, desain permakultur meliputi aspek perlakuan terhadap topografi, air, dan energi.

#### **1. Topografi**

Topografi pada site termasuk bukit yang curam, maka dari itu pengelolaannya harus diperhitungkan dengan baik untuk menghindari kerusakan tanah, erosi dan gelincir lumpur. Metode permakultur dalam mengolah kontur menekankan untuk bekerja dalam harmoni dengan pola alami kontur. Tanah yang mendikte bentuk bukan bentuk yang mendikte tanah. Bentuk-bentuk yang melengkung adalah bentuk yang lebih kuat untuk mencegah longsor.



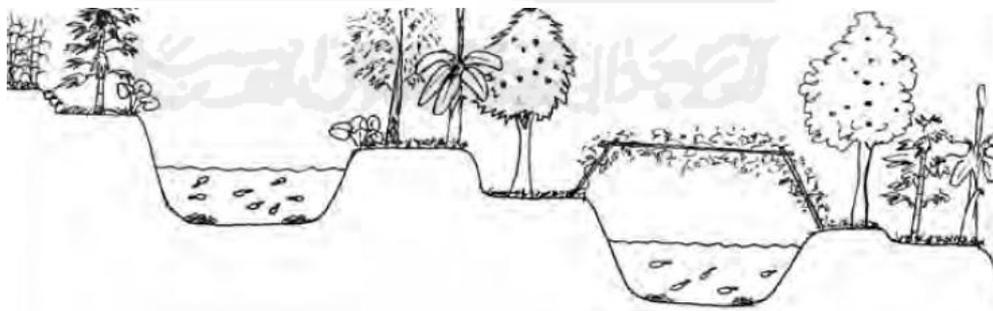
Gambar 2.16 Contoh tepian lahan

(sumber: Permatil, 2008)

Tepian tanah adalah area yang paling produktif untuk menanam, semakin banyak tepian maka akan semakin produktif. Hal ini dapat dipraktekkan dengan membuat terasering, terasering diperkuat dengan menanam pohon buah-buahan dan menggunakan penahan bebatuan atau tanah liat.

## 2. Air

Site berada di daerah perbukitan yang curah hujannya masih bisa dimanfaatkan bila diolah dengan baik. Dalam setahun curah hujan paling tinggi adalah 190 mm yang bisa diperkirakan mencapai 19.000 liter atau 19 ember. Sungai disana juga sewaktu-waktu mengalami banjir saat musim hujan. Potensi air yang didapat saat musim hujan bisa dipergunakan saat musim kering dimana curah hujan hanya 2 mm. Terasering menangkap air dan menyimpannya, lalu dapat mengandalkan gravitasi untuk mengairi pertanian.



Gambar 2.17 Kolam Terasering

(sumber: Permatil, 2008)

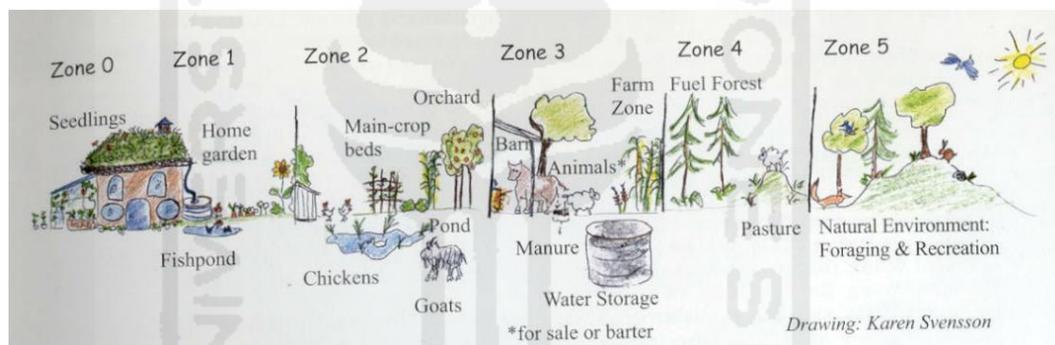
Menyimpan air hujan agar produktif dapat menggunakan strategi kolam ikan, selain menambah pasokan makanan, kolam ikan baik untuk menutrisi tanaman. Limbah cair rumah tangga juga tidak begitu saja dibuang, tapi

ditreatment lalu digunakan kembali menjadi air irigasi atau dialirkan ke kolam ikan.

### 3. Energi

Energi sangat penting dalam permakultur, karena energi adalah sumber kehidupan dan menentukan keberlangsungan sistem. Energi yang terbarukan seperti energi dari matahari, angin, air diolah dengan maksimal untuk dimanfaatkan selama mungkin di dalam site. Potensi energi matahari cukup menguntungkan di Kenya karena panjangnya musim kering. Panel surya pun sudah dikembangkan di Kenya diikuti dengan munculnya berbagai lampu portabel tenaga surya, meskipun masih dalam skala yang kecil potensi ini mampu dikembangkan agar mampu menyediakan energi yang berkelanjutan.

### C. Zonasi



Gambar 2.18 Sistem Zonasi Permakultur  
(sumber: Gaia.org, 2004)

Membuat peta zonasi dapat mengurangi banyak jumlah waktu yang digunakan dan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menciptakan sebuah sistem permaculture. Zonasi membantu untuk menunjukkan bagaimana menggabungkan unsur-unsur yang kompatibel dan membuat sebagian besar tanah dengan cara yang paling efisien. Untuk memulai setidaknya terdapat lima zona yang diperhatikan dalam penempatan elemen-elemen berdasarkan ketentuan berikut:

Zona 1 –paling sering dikunjungi sampai Zona 5 – paling jarang dikunjungi

Zona 1 –paling banyak pemeliharaan sampai Zona 5 –paling sedikit pemeliharaan

Zona 1 –membutuhkan lebih banyak akses ke air sampai Zona 5 –membutuhkan sedikit akses

Zona 1 –menggunakan lebih sedikit lahan sampai Zona 5 –menggunakan lebih banyak lahan

**Zona 1** adalah rumah dan lingkungan sekitarnya berupa unsur-unsur yang paling sering dikunjungi, membutuhkan pemeliharaan intensif dan menyediakan fungsi rumah tangga. meliputi elemen berikut:

Rumah, dapur, kamar kecil, toilet • Tempat pembibitan • Pergola dan tanaman merambat • taman kecil • beberapa naungan/pohon buah-buahan • Pompa air • Kompos • Tangki air • kolam air limbah

**Zona 2**, meliputi:

Kebun sayur dan tanaman rumahan • Pohon buah-buahan khusus semisal pohon cangkok • Hewan kecil seperti ayam, bebek dan babi • Akuakultur (skala kecil) • Kompos dan kompos cair • Terasering

**Zona 3**, meliputi:

Rumah dan tempat penggembalaan hewan yang lebih besar. Seperti kambing, babi, sapi dan kerbau • Tanaman biji-bijian dan sayur besar. Semisal padi, jagung, ubi kayu dan ubi jalar • Pohon buah-buahan yang membutuhkan lebih sedikit perawatan dan memiliki waktu panen yang lebih pendek misalnya alpukat, kelapa dan nangka • Reboisasi intensif dengan sengkedan, tanaman tumbuh, buah-buahan dan kacang pohon, kacang-kacangan, bambu dan sebagainya • tanaman penahan angin dan api • bambu • akuakultur • kompos cair • pohon pakan hewan

**Zona 4**, meliputi:

Pohon kayu • Bambu • kerbau, sapi, kambing • Reservasi air besar • Pohon minyak • Perkebunan kopi • Pohon obat • Pohon pakan hewan • Reboisasi sengkedan dengan tanaman pohon

**Zona 5** adalah lahan yang dibiarkan alami (pada daerah yang masih hijau). Zona 5 biasanya terjauh dari rumah dan bisa di darat yang sulit digunakan untuk lebih intensif penanaman. Misalnya lereng curam, tanah rawan erosi, pegunungan dan tanah berbatu. Tanaman yang tumbuh di Zona 5 harus pohon lokal asli, dan berbagai ukuran, usia dan spesies. (Permatil, 2008)

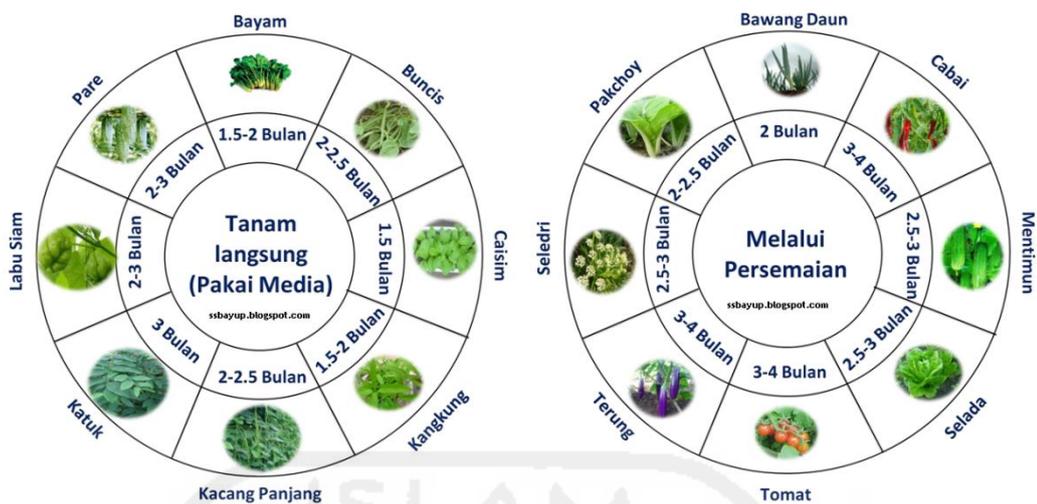
### 2.6.2.3 Akuakultur

#### **Manfaat**

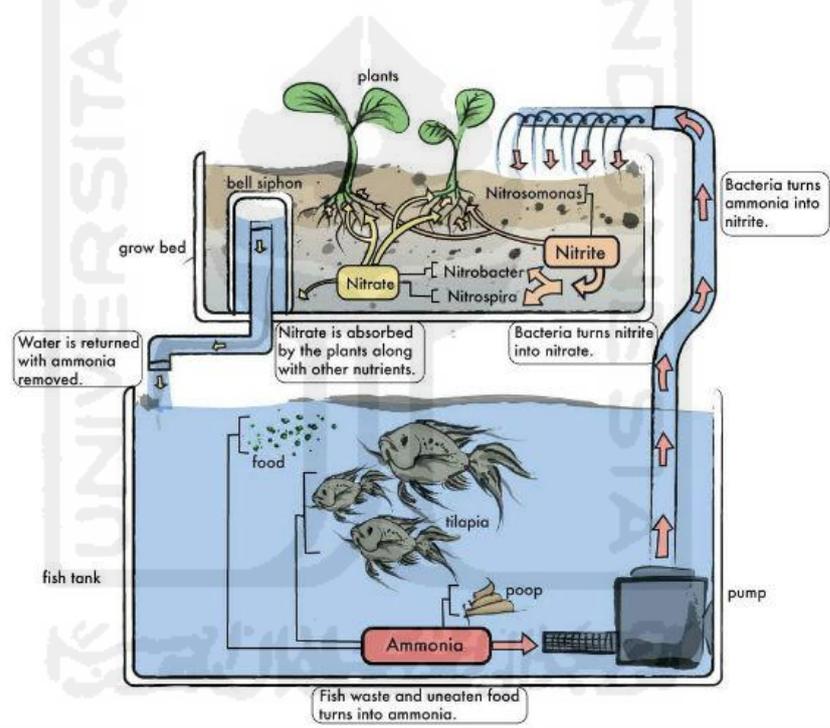
1. Ikan dan hewan air lainnya yang sangat baik sumber protein dan nutrisi. Daging bisa dimakan segar, karena dibutuhkan. Ikan juga dapat diperdagangkan, dijual atau dikeringkan untuk digunakan nanti.
2. Sistem akuakultur akan memberikan lebih banyak daging untuk luas tanah yang sama daripada hewan lain. Merupakan cara yang paling efisien untuk menghasilkan daging berkualitas tinggi dengan banyak protein.
3. Budidaya ini telah terbukti memberikan penghasilan untuk masyarakat, terutama di daerah pegunungan pedalaman.
4. Setelah panen ikan, kolam dapat dibersihkan untuk membuat pupuk dengan kandungan nitrogen tinggi untuk tanaman.
5. Sistem ini adalah cara efektif untuk mengubah kotoran hewan dan sisa tumbuhan menjadi makanan untuk ikan dan tanaman air.
6. Sistem ini dapat dibuat di lahan yang memiliki produktivitas rendah atau tidak dapat digunakan untuk tanaman lain dan hewan, terutama rawa tanah.
7. Produksi beras, ayam, babi dan bebek dapat dikombinasikan dengan akuakultur untuk meningkatkan produksi di kedua sistem. Hal ini juga dapat diintegrasikan dengan terasering, sengkedan dan daerah aliran air lainnya.
8. Sistem ini membantu aliran air dan drainase di musim hujan. Pada musim kemarau mereka menyediakan penyimpanan air yang dapat digunakan untuk hewan air.
9. Sistem ini mengubah dan memodifikasi iklim secara mikro. Mereka membuat suhu sekitarnya sejuk atau dingin sehingga membuat iklim lebih nyaman. (Permatil, 2008)

#### **Budidaya Sayuran**

Hampir semua tanaman yang bisa tumbuh di tanah bisa dipakai dalam sistem akuaponik, baik itu sayuran daun maupun sayuran buah (diambil buahnya). Berikut adalah beberapa tanaman yang umum digunakan:



Gambar 2.19 Masa Panen Sayuran

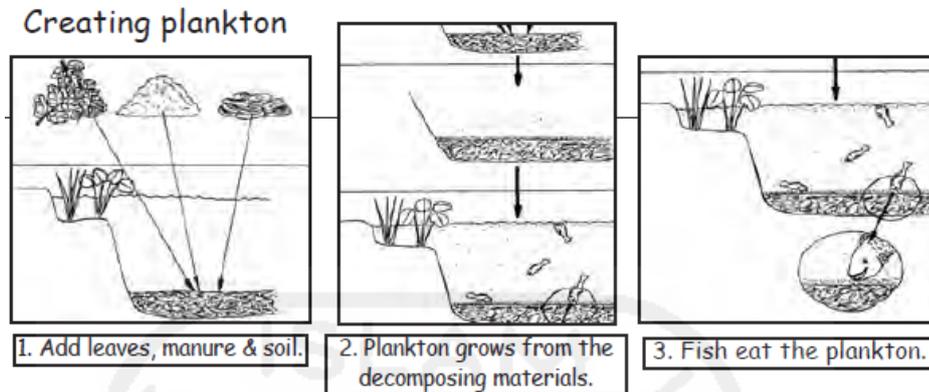


Gambar 2.20 Sistem Akuaponik

**Budidaya Ikan**

Dalam budidaya ikan, lebih baik untuk memiliki banyak kolam kecil daripada satu kolam besar. Ukuran minimalnya 3 x 3m atau 5 x 2m untuk menjaga suhu air tetap dingin. Sekitar 5 x 5m (25m<sup>2</sup>) atau 10 x 10m (100m<sup>2</sup>) adalah ukuran yang baik untuk kolam ikan. Pinggiran kolam yang dangkal atau disebut rak memiliki ukuran lebar yang baik pada sekitar 30-50 cm dan 50-100cm. Dua rak dengan kedalaman yang berbeda sebelum mencapai dasar kolam

akan lebih baik. Rak membuat tepian dalam air (banyak tepi=lebih banyak makanan=ikan lebih besar dan sehat). Sebagian besar kolam cukup dengan kedalaman minimal 1 meter tetapi 2 meter lebih baik terutama untuk kolam kecil.



Gambar 2.21 Proses terciptanya plankton

Finishing kolam dapat menggunakan tanah liat (*clay*). Ketika kolam telah dibuat digali, dipadatkan dengan tanah liat untuk mengurangi kebocoran air. Ini akan banyak membantu, terutama jika ada pasokan air yang terbatas. Kotoran sapi segar juga dapat membantu untuk menutup kolam. Kapur bubuk (*lime*) juga dapat digunakan untuk finishing kolam, juga membantu untuk menyeimbangkan tingkat PH air. Gunakan 2-3 kilogram untuk 100m<sup>2</sup> (10m x 10m).

3 ikan per 1m<sup>2</sup> adalah jumlah baik untuk sebagian besar kolam ikan. Jumlah ikan dapat ditingkatkan sampai 5 ikan per 1m<sup>2</sup> dengan makanan tambahan dan manajemen yang baik, namun jumlah makanan harus diberikan secara akurat dan pengetahuan yang baik pemeliharaan kolam diperlukan. Untuk persentase pemeliharaan ragam ikan di kolam, berikut adalah panduan umum yang baik:

- 30% - Nila, Ikan gurami
- 50% - Ikan mas, Ikan mujair
- 20% - Lele

(Permatil, 2008)

## 2.6.2.4 Teknologi Pengolahan Air

### A. Sumber Air Bersih

#### Rain Cistern/Tank



Gambar 2.22 Sistem Panen Air Hujan

(sumber: engineeringforchange.com, 2015)

Salah satu cara mengumpulkan air hujan adalah melalui atap, pada sistem yang dijabarkan oleh Earthship, air hujan yang dipanen dapat digunakan untuk minum, mandi, masak, mencuci, dll. Konstruksinya menggunakan ban bekas yang diplaster dengan semen, pada bidang penangkap dipasang penyaring untuk proses distilasi dan melalui silth catcher sebelum akhirnya masuk ke dalam tangki penyimpanan. Tangki ditempatkan pada bagian cerak kontur dan di tepiannya ditanami tanaman agar kotoran tidak dapat masuk melewati tanaman.

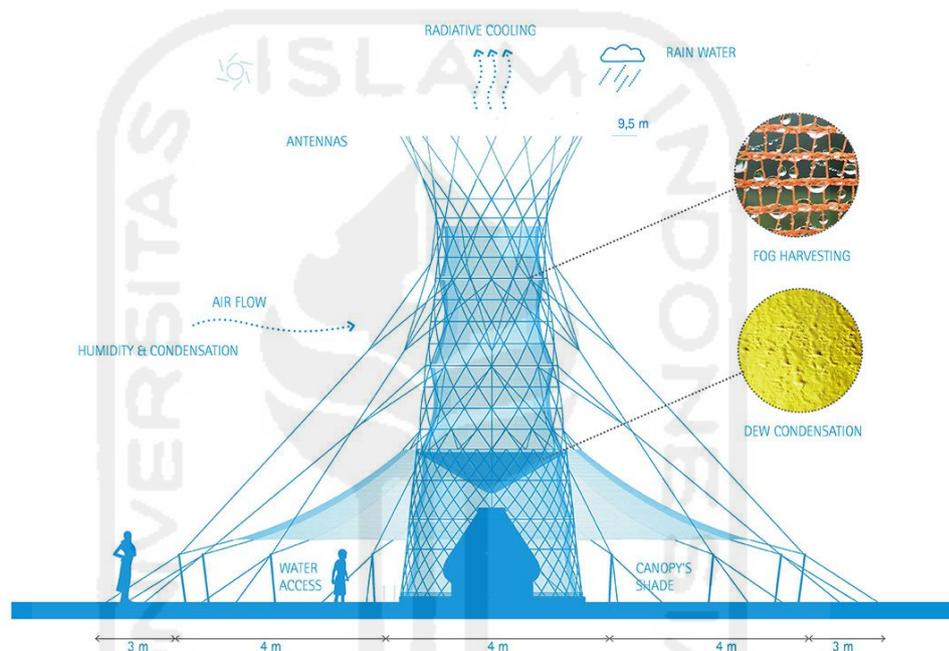
#### Warka Water

Untuk air layak konsumsi, sebuah komunitas di Italia menemukan teknologi penangkap air di udara melalui proses kondensasi, bernama Warka Water yang telah membantu berbagai negara di Afrika yang sering mengalami kekeringan parah. Alat ini murni hanya menggunakan proses gravitasi, kondensasi, dan penguapan sehingga tidak membutuhkan listrik. Dalam sehari alat ini mampu menghasilkan 13 hingga 26 galon air bersih (50-100 L).

Spesifikasi alat:

- Tangki penyimpanan: 800 galon (3000 L).

- Konstruksi: 10 hari, 10 orang (dengan tangan, tidak ada mesin listrik diperlukan). Pemasangan: 2 jam, 10 orang.
- Berat: 176 pon (80 kg).
- Bahan: Bambu, hemp, pin logam, plastik bio.
- Dimensi: Tinggi 9,5 m - Kaki Ø 3,7 m
- Luas Permukaan: Jaring 30 m<sup>2</sup>, Kolektor 8,1 m<sup>2</sup>, Kanopi Ø 10 m
- Biaya: ~ \$ 1.000 (produksi di Ethiopia).
- Pemeliharaan: mudah untuk dipertahankan, dibersihkan dan diperbaiki.



Gambar 2.23 Desain Tower Warka  
(sumber: Warka Water Inc, 2015)

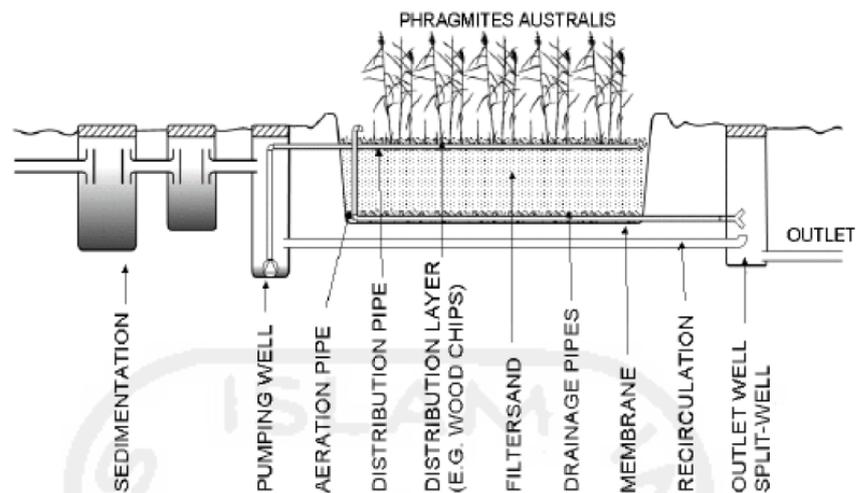
## B. Pengolahan Grey Water

Pengolahan limbah cair rumah tangga pada penelitian ini difokuskan pada penggunaan wetland dan kolam fakultatif.

### *Constructed Wetland*

Menurut Greg, *constructed wetland* (CW) adalah salah satu rekayasa sistem pengolah limbah yang dirancang dan dibangun dengan melibatkan tanaman air, tanah atau media lain, dan kumpulan mikroba terkait. Sebagai pengolah limbah domestik, maka *wetland* harus didesain memenuhi fungsi

estetika, sehingga bisa ditampilkan sebagai taman tanaman air di lingkungan rumah.



Gambar 2.24 SSF CW aliran vertikal

. (sumber: Suswati, 2013)

Berdasarkan jenis aspek hidraulika CW dapat diklasifikasikan menjadi CW dengan permukaan air bebas (*Free Water Surface/FWS*) dan CW aliran di bawah permukaan (*Sub Surface Flow/SSF*). Media dalam konstruksi *wetland* sangat variatif dan bisa saling dikombinasikan seperti kerikil, pats, arang, sekam, zeolit dan lain-lain sesuai jenis limbah. Penerapan horizontal CW SSF untuk mengolah limbah pertanian dengan menggunakan zeolit memberikan hasil penurunan polutan  $\text{NO}_3\text{-N}$  (86%), Zn (99.76%). Maka untuk daerah pemukiman, konstruksi CW jenis SSF adalah yang paling cocok karena bisa didesain menjadi taman rekreasi, selain itu dalam pemukiman tipe kluster CW bisa digunakan secara komunal.



Gambar 2.25 CW Komunal

. (sumber: Suswati, 2013)

Kinerja CW lebih efektif dalam menurunkan polutan jika menggunakan beberapa jenis tanaman dibandingkan jika hanya menggunakan satu jenis tanaman. Kinerja CW dengan ukuran 2x1 m<sup>2</sup> dan kedalaman 0.86 m yang didahului dengan proses *pre-treatment*, dan waktu tinggal 2 hari menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan kinerja reaktor dari penelitian lain. (Suswati, 2013)

### 2.6.2.5 Teknologi Energi Alternatif

#### Solar Ball

Di Kenya, mayoritas penduduk tidak memiliki akses listrik di rumah, terutama pada daerah pedesaan karena jaringan listrik nasional negara tidak dapat diandalkan dan mahal untuk dibeli. Energi matahari bisa membuktikan kunci dalam memberikan listrik murah yang dapat diandalkan, terutama di daerah pedesaan yang terik pada negara berkembang. Energi matahari dapat diperbaharui dan tidak pernah habis untuk menghidupi kebutuhan listrik rumah tangga. Dalam perkembangannya, solar panel dengan bentuk bola dikatakan dapat menghasilkan energi lebih banyak dari solar panel biasa, bukan hanya memanen energi dari matahari tapi juga bulan, bahkan tetap menghasilkan energi disaat mendung atau hujan.





Gambar 2.26 Sistem Solar Ball

Sistem ini menghasilkan energi 35% lebih efektif dari panel surya biasa. Poin penting yang berusaha disampaikan disini adalah bentuk bola paling efektif untuk menangkap dan mengonsentrasikan energi, apalagi bola ini diisi dengan air sehingga meningkatkan sinar matahari hingga 10.000 kalinya.

Dengan mengambil prinsip sistem tersebut, maka dapat dibuat versi sederhana dengan menggunakan material plastik vinil tirai mandi transparan. Diameter yang lensa ini 76 cm dan dapat membakar kayu dengan cepat. Lensa ini memberikan titik fokus yang sangat kuat ketika matahari tepat di atas kepala. Lensa ini berkonsentrasi sekitar 500 watt dari energi panas matahari dengan titik fokus optimal 2,5 cm dan pencaran 7-15 cm.



Gambar 2.27 Solar lens versi sederhana

## **Biodigester**

Menurut Sulisty, digester merupakan tempat bahan organik diurai oleh bakteri secara anaerob (tanpa udara) menjadi gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>. Digester harus dirancang sedemikian rupa sehingga proses fermentasi anaerob dapat berjalan dengan baik. Pada umumnya biogas terbentuk pada hari 4-5 hari setelah digester diisi. (Latiefah, 2014)

Berada di kawasan pertanian memiliki keuntungan lebih untuk memanfaatkan sumber energi biomassa. Beberapa tumbuhan dapat menjadi pengganti bahan bakar jika diolah dengan benar. Pengolahan yang paling umum dilakukan adalah dengan menggunakan biodigester.

Bahan baku utama sistem biodigester meliputi:

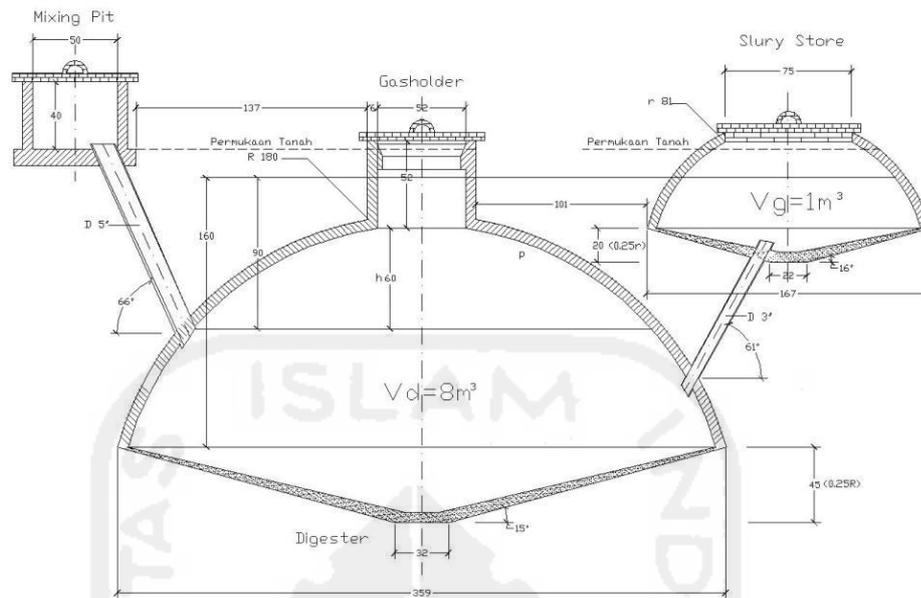
- Kotoran Ternak - kambing, babi, unggas, dan sapi
  - Limbah padat - campuran MSW dikirim ke TPA (~ 30% organik)
  - Limbah air biosolids dan lumpur primer –hasil proses pengolahan pemulihan air
  - Sisa makanan dan limbah –jumlah makanan layak konsumsi paska panen yang tersedia untuk manusia tapi tidak dikonsumsi karena suatu alasan
  - Sisa produksi pangan –hasil produksi makanan dan pengolahan industri.
- (Biogas Opportunity Roadmap, 2014)

Biogas yang diproduksi oleh satu unit instalasi biogas dapat digunakan sebagai sumber energi untuk memasak. Biogas yang menggunakan bahan baku kotoran sapi dari 3-4 ekor mampu menghasilkan biogas setara 3 liter minyak tanah per hari, dan diperkirakan mampu untuk memenuhi energi memasak satu rumah tangga dengan 5 orang anggota keluarga. (Latiefah, 2014)

Pemilihan lokasi pembangunan biodigester, menurut The United States Environmental Protection Agency (2010) harus memperhatikan beberapa hal:

- Hindari kedekatan dengan bandara dan tempat pelayanan publik.
- Lokasi hendaknya jauh dari cagar alam atau kawasan lindung.
- Hindari lokasi berikut: rawa-rawa, hutan bakau, inlet, rawa, lahan basah, muara, dataran aluvial, zona arkeologi, dan patahan-patahan geologi.
- Jarak dari permukaan air dengan aliran konstan, danau dan laguna, harus minimal 500 m.

- Digester harus terletak jauh dari zona rawan banjir. (Latiefah, 2014)



Gambar 2.28 Konstruksi Biodigester  
(sumber: Latiefah, 2014)

Aplikasi	1 m <sup>3</sup> biogas setara dengan
1 m <sup>3</sup>	Elpiji 0,46 kg Minyak tanah 0,62 liter Minyak solar 0,52 liter Kayu bakar 3,50 kg

Tabel 2.10 Kesetaraan biogas dan energi yang dihasilkan

Dengan volume 7,5m<sup>3</sup> pengisian kotoran sebanyak 2/3 volume biodigester. Gas hasil fermentasi dalam digester akan mulai terbentuk dalam waktu 4-5 hari setelah digester diisi dan mulai banyak pada hari ke 20-35 hari. Biogas yang dapat diproduksi dalam biodigester adalah sekitar 1/3 dari volume digester yang dibuat. Sisa kotoran dari biodigester dapat digunakan untuk budidaya cacing, jenis cacing tubifex dapat dipanen setelah 2-4 minggu pemeliharaan. (Latiefah, 2014)

### 2.6.2.6 Kajian Material Lokal

Di kota Machakos material lokal yang terus digunakan secara umum oleh masyarakat untuk membangun rumah adalah tanah liat, hal ini dikarenakan jenis tanah liat di Machakos sangat bagus untuk material bangunan, selain itu, belum

banyak industri material di sana, sehingga material terbatas. Tanah liat bisa diolah menjadi beberapa jenis konstruksi seperti, wattle daub, masonry, strawbale, cob dan adobe. Bangunan tradisional di sana awalnya menggunakan konstruksi wattle dan daub dengan dinding dari tanah liat yang dipadatkan, tiang bambu, atap rumput, dan lantai masih beralaskan tanah. Pada masa itu semua material yang digunakan berasal dari alam di site maupun sekitarnya. Mereka juga menggunakan ekstrak tumbuhan dawa-dawa sebagai pengeras adonan tanah sekaligus sebagai pelapis anti air.



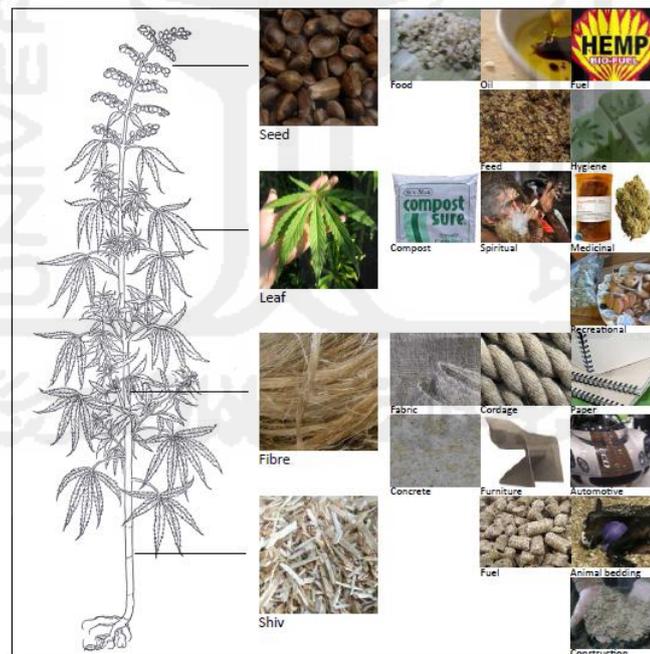
Gambar 2.29 Rumah Tradisional Kenya

Kini material tanah liat di masa modern lebih sering digunakan dengan konstruksi masonry yang telah mengenal teknologi semen. Atapnya pun telah diganti dengan yang lebih tahan lama daripada rumput yaitu lembaran tanah liat. Umumnya para developer perumahan menggunakan konstruksi masonry ini sebagai konstruksi utama, tetapi dengan gaya konstruksi masonry yang jelas bahannya tersedia secara lokal, masih saja ada gap yang jauh antara permintaan dan kebutuhan. Perkembangan perumahan di Kenya memerlukan material alternatif lain yang dapat dijangkau oleh masyarakat menengah ke bawah untuk mencegah terus menjamurnya pemukiman informal. Dalam kasus penelitian ini, material yang paling mendekati kriteria adalah hempcrete, yang terbuat dari campuran tanaman hemp dan lime untuk menciptakan konstruksi sekuat beton dengan jejak karbon negatif dan durasi pengerjaan yang relatif cepat.

### 2.6.2.7 Hempcrete (Alternatif)

Hemp termasuk dalam varietas cannabis, tetapi Hemp berbeda dengan mariyuana, perbedaan utamanya ada pada kandungan tetrahydrocannabinol (THC) yang merupakan unsur psikoaktif pada tumbuhan cannabis. Hemp memiliki level THC dibawah 0,3 persen sehingga tidak mungkin memabukkan, karena level memabukkan bervariasi antara 1-20 persen (PBS, 2015).

Hemp telah berkembang menjadi tanaman industri di Afrika Selatan yang dikenal serbaguna, semua bagian tanaman ini dapat digunakan untuk berbagai sektor fungsi, seperti tekstil, kosmetik, obat-obatan, makanan, bahan bakar, kertas, dan bahan bangunan. Hemp seed mengandung semua asam amino dan asam lemak esensial yang diperlukan untuk daya tahan tubuh manusia. Bijinya dapat dimakan mentah, ditumbuk, diolah menjadi teh, dibuat menjadi susu (mirip dengan susu kedelai). Daunnya yang segar juga dapat dimakan sebagai salad. Produk mulai dari sereal untuk wafel dingin, tahu hemp, dan untuk selai kacang (Pratama, 2013).



Gambar 2.30 Berbagai Fungsi Hemp

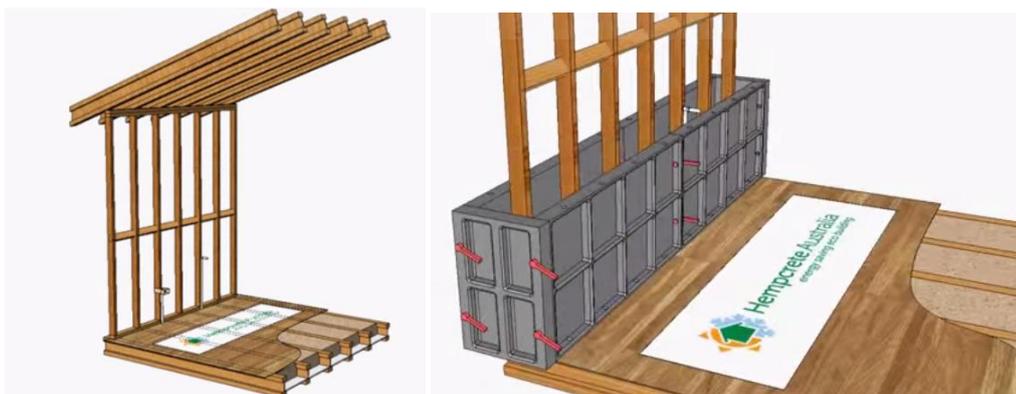
Courtesy of Matthew Bell

Untuk tujuan produksi serat shiv sebagai bahan bangunan dibutuhkan kapasitas 250 tanaman per meter persegi. Satu hektar tanaman hemp dapat menghasilkan cukup bahan untuk membangun 135m<sup>2</sup> rumah yang mampu

bertahan 300 hingga 800 tahun (Robinson, 1995). Fungsi hemp sebagai bahan bangunan berisi campuran hemp shivs, lime (kapur) dan air, yang disebut hempcrete. Hempcrete adalah material ramah lingkungan mampu menyerap karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dengan jejak karbon rendah. 80-90% komposisi Hempcrete adalah hemp shivs membuat mayoritas CO<sub>2</sub> diperangkap pada masa pertumbuhan hemp dan sisanya diserap dalam proses "carbottitation". Ini adalah proses di mana lime menyerap karbon dari udara terus menerus dari waktu ke waktu, ketika mengeras hemp shivs. Setiap ton Hempcrete berbasis lime diperkirakan menyerap dan memerangkap 249 kg CO<sub>2</sub> selama 100 tahun siklus hidup. Hempcrete juga dapat didaur ulang, dicampur kembali dalam 'adonan' baru, atau dihancurkan menjadi pupuk.

Hempcrete dapat digunakan sebagai insulasi di atap, dinding, dan lantai. Hempcrete belum bisa berfungsi sebagai struktur, sehingga harus ditopang kolom-kolom kayu. Tetapi hempcrete lebih fleksibel dan ringan daripada beton, bata atau batu, insulasinya juga sangat baik sehingga mengurangi konsumsi energi penghangat atau pendingin. Dinding Hempcrete dapat 'bernapas' sehingga uap air dapat masuk tetapi tahan air, anti jamur, anti rayap, dan anti api meskipun tanpa finishing. Finishing lime dan tanah liat dapat digunakan untuk ketahanan cuaca.

Ketebalan dinding hempcrete bervariasi antara 250-500 mm, tetapi ketebalan 300 mm memberikan hasil paling baik untuk performa termal dan akustik. Untuk memastikan tidak ada retak atau lembab berlebih, minimal dinding harus melindungi dengan jarak 75mm dari rangka internal (Hempcrete Australia, 2014).



Gambar 2.31 Instalasi rangka dan cetakan Hempcrete

Rangka kayu disetting terlebih dahulu, kemudian pencetak hempcrete dipasang. Cetakan hempcrete terbuat dari bahan plastik recycle dengan kait sehingga tidak membutuhkan listrik saat pengecoran, atau bisa juga menggunakan cetakan kayu biasa yang dibaut. Cetakan hempcrete setelah dilepas dapat digunakan kembali untuk pengecoran selanjutnya.



Gambar 2.32 Proses pencetakan Hempcrete

(sumber: Hempcrete Australia, 2014)

Cetakan Hempcrete dapat dilepas setelah 24 jam pemasangan, dengan tekstur yang masih empuk tapi kuat, dinding hempcrete akan mengeras setelah dua minggu.

### **2.6.3 Kajian Karya-Karya Arsitektural yang Relevan dengan Tema / Persoalan**

#### **A. Crystal Water Ecovillage, Australia**

Crystal Waters Ecovillage terletak di atas lahan pedesaan seluas 640 acre (259 hektar) di hulu Sungai Mary. Crystal Waters dirancang oleh Max Lindegger, Robert Tap, Barry Goodman dan Geoff Young, dan didirikan pada tahun 1987. Tahun 1996 ia menerima penghargaan *World Habitat Award* untuk "kepeloporannya dalam menunjukkan cara-cara baru hidup berkelanjutan yang dampak rendah". Desa ini dihuni lahan perumahan pribadi dan properti komersial yang dimiliki secara kooperatif dan dirancang dengan prinsip permakultur..

Desa ini masuk klasifikasi 'Tanah Cagar Alam' dengan berbagai macam flora dan fauna lokal termasuk banyak kanguru dan walabi, serta berbagai jenis burung dan reptil. 83 perumahan pribadi dan 2 lahan komersial menempati 20%

lahan properti 259ha. Sisanya 80% adalah tanah optimal milik bersama yang dapat dilisensi untuk proyek-proyek pertanian berkelanjutan, kehutanan, rekreasi dan habitasi.



Gambar 2.33 Pasar mingguan Crystal Village  
(sumber: Crystalwaters, 2002)

### **Sasaran**

Setidaknya terdapat 6 sasaran dasar untuk desain desa:

- Udara, air dan tanah yang bersih (begitu pula makanan)
- Kebebasan berkeyakinan spiritual
- Bekerja menuju jaminan kegiatan yang berarti untuk semua
- Membuat tempat untuk bermain yang sehat dan rekreasi yang aman
- Interaksi sosial yang aktif
- Pemukiman sehat yang memaksimalkan matahari

### **Pendanaan**

Crystal Waters dibiayai oleh orang-orang yang memang ingin tinggal di sini sehingga tidak ada pinjam uang dan hutang. Tanahnya dibeli dengan cara pengembangan lahan sebagai pengganti uang tunai. Semua keuntungan disumbangkan ke Crystal Waters Komunitas Co-op yang digunakan untuk membangun fasilitas masyarakat.

## **Perencanaan Desain**

Metode desainnya adalah pengembangan melalui batasan area, kertas transparan ditaruh di atas peta untuk menentukan informasi seperti kemiringan lahan, jumlah hutan asli, lahan pertanian, kedekatan program air alami dan daerah basah, aspek ke Utara baru sisanya yang akan dibangun menjadi lahan pemukiman. 14% dari total luas lahan menjadi 83 lahan milik pribadi, 6% menjadi lokasi pengunjung dan komite, sisanya 80% termasuk danau kecil, area untuk pembangunan pertanian dan hortikultura, plot kehutanan dan daerah yang disisihkan untuk habitat.

### **Pemilihan Lahan**

Parameter desain Crystal Water diekstraksi dari buku “The Timeless Way of Building” and “A Pattern Language” serta sejarah desa Eropa juga membantu mendirikan pertimbangan penting. Lahan ditempatkan dalam "kluster" dengan kriteria berikut:

- Lahan dalam kluster tidak lebih dari 12 unit, untuk menciptakan 'tepi' (fitur penting dari permakultur)
- Posisi lahan di lereng curam tidak lebih dari 30% luasnya, untuk kemudahan akses dan penggunaan.
- Setidaknya setengah area dari setiap lahan berada di lereng kurang dari 20%, untuk memastikan peluang bangunan ekonomis.
- Setiap site rumah memaksimalkan akses sinar matahari musim dingin.
- Tidak ada batas lahan dalam radius 20m dari tepi bendungan, atau dalam 25m dari garis tengah aliran drainase alami, mencegah lahan memiliki tanah rawa yang tidak dapat digunakan
- Privasi penghuni dianggap penting.
- Semua lahan memiliki kemiringan yang cukup untuk memungkinkan untuk penyediaan air gravitasi.
- Semua lahan yang berdekatan dengan fasilitas umum.
- Tidak ada lahan yang berdampingan dengan jalan utama.

(Crystalwaters, 2002)

## **B. Woman Opportunity Center, Rwanda, Afrika Timur**

Women for Women International (WfWI) membuka landmark seluas dua hektar bernama Woman's Opportunity Center (WOC) di Kabupaten Kayonza, Rwanda pada tahun 2013. WOC berfungsi sebagai pusat keunggulan dan inovasi yang mendukung pembangunan ekonomi dan sosial perempuan di daerah melalui kesempatan pelatihan, kerja, dan bisnis. Gagasan ini awalnya tumbuh dari investasi Bloomberg Philanthropies untuk membangun pertanian berkelanjutan di wilayah tersebut.



Gambar 2.34 Pertanian WOC

Woman's Opportunity Center (WOC) menggunakan pendekatan berbasis masyarakat yang melibatkan banyak mitra untuk menciptakan sumber daya permanen untuk masyarakat Kayonza. WOC ini akan mempromosikan pertumbuhan masa depan dan kemakmuran di kawasan ini, dan memiliki potensi untuk mencapai lebih dari 28.000 perempuan dan keluarga mereka, serta masyarakat di kabupaten Kayonza. (WfWI, 2013)

WOC menyediakan ruang untuk sesi pelatihan bagi organisasi mitra, menciptakan pasar dan ruang ritel untuk usaha kecil lokal, penyimpanan dan ruang kerja untuk sewa, acara ruang, sebuah peternakan demonstrasi, dan penginapan dan restoran layanan bagi wisatawan. Mereka juga memiliki pertanian terintegrasi yang mengajarkan perempuan untuk menghasilkan pendapatan dari tanah melalui teknik organik diarahkan produksi komersial.

WOC mempersiapkan masyarakat untuk swasembada jangka panjang, mereka meninggalkan tekanan kapitalisme internasional atau globalisasi.



Gambar 2.35 Ruang Komunal WOC

Sharon Davis Desain sebuah perusahaan arsitektur yang berbasis di Kota New York, merancang Woman's Opportunity Center dan memimpin proyek pembangunan selama empat tahun. WOC mencakup berbagai elemen desain yang meningkatkan kelestarian lingkungan. Daripada kesulitan mencari air, mereka menggunakan toilet komposter yang menghasilkan pupuk kaya nitrogen untuk tanaman pertanian, dan mengairinya dengan air hujan tangkapan yang dipanen dari atap. Mereka juga menggunakan pembangkit listrik tenaga surya dan bahan bakar biogas untuk memasak. Fasilitas ini dibuat menggunakan 450.000 batu bata tanah liat dengan material dalam site, yang masing-masing dibuat tangan oleh perempuan di wilayah tersebut yang akan mendapatkan keuntungan dari WOC. (Inhabitat, 2016)

#### **2.6.4 Kajian Tipologi dan Preseden Perancangan Bangunan Sejenis**

### A. Hemp House, Noordhoek, South Africa



Gambar 2.36 Hemp House  
(sumber: Hemporium, 2011)

Tony Budden bergabung dengan arsitek Belanda Erwin van der Weerd dari Perfect Place untuk membangun rumah hemp pertama di Afrika Selatan pertama dengan tujuh kamar di Noordhoek. Rumah ini dirancang untuk menampilkan potensi hemp yang luar biasa sebagai bahan bangunan dan meyakinkan pemerintah memperbarui kebijakan untuk memperluas pengembangan hemp sebagai salah satu penyerap karbon yang paling tangguh, fleksibel, dan cepat tumbuh di bumi.

Tony Budden dan rekannya Duncan Parker masih harus mengimpor sebagian besar bahan karena Afrika Selatan masih kekurangan pasokan dalam negeri produk hemp. Dinding modular internal terbuat dari insulasi hemp dan disegel dengan papan magnesium oksida, sementara dinding eksternal yang dibuat dari hempcrete berbasis lime yang mengonsumsi lebih sedikit energi untuk membuatnya dan lebih ringan daripada semen tradisional (Inhabitat, 2011). Dinding dibuat setebal 300mm menggunakan cetakan kayu setebal 40-50cm, dengan komposisi campuran 100 liter hemp shivs, 25kg lime dan 27 liter air, 'adonan' lebih ringan dan kering dari campuran semen biasa. Setelah dinding

kering dilapisi dengan hemscreed yang terdiri dari pasir dan lime, dinding tetap mampu menyerap dan mengunci karbon (Hemporium, 2011).



Gambar 2.37 Interior Hemp House

(sumber: Hemporium, 2011)

Rumah ini memperoleh suhu hangat dan sejuk secara pasif, berventilasi, terinsulasi dengan baik, dan sebagian didukung energi surya. Lantai terbuat dari gabus berkelanjutan, 85% dari furnitur dan lemari terbuat dari hempboard, dan semua limbah cair dan toilet akan ditreatment dan didaur ulang. Termasuk lampu LED untuk mengurangi penggunaan energi, cat ramah lingkungan untuk mencegah gas berbahaya, dan reklamasi batu.

Rumah Hemp merupakan prestasi mengesankan dalam bangunan yang berkelanjutan, membuat pemerintah mempertimbangkan kembali pemahaman terhadap apa yang sebenarnya antidot air yang baik dan serat ramah zat kimia seperti kapas (Inhabitat, 2011).

## **B. Underhill, New Zealand**

Underhill adalah sebuah wisma kayu dibangun oleh Graham Hannah di peternakan keluarga yang terletak di wilayah utara Waikato, Selandia Baru, dikelilingi oleh pagar kayu putih. Terletak di lekukan terpencil dekat batas properti, bangunan ini diukir ke dalam bukit curam dan berkamuflase dengan atap rumput, sehingga hanya sapi-sapi di bidang sebelah yang tertangkap mata. Rumah bergaya hobbit ini dibuat dengan tangan dari bahan-bahan alami, mulai batu indah, sampai kayu tebal penyokong dan perabotan buatan tangan menggunakan kayu macrocarpa dan besi kustom, untuk menciptakan ruang yang

berkelanjutan dan otentik. Plafon bermotif batu dilakukan dengan mengisinya dengan pasir, menuangkan beton, dan kemudian menggali pasir.



Gambar 2.38 Underhill Hobbit Cave

Rumah ini yang dikonstruksi menyerupai goa ini merupakan milik pribadi tetapi kemudian disewakan sehingga hanya digunakan untuk liburan atau rekreasi saja, bukan tempat tinggal permanen. Tidak ada suplai listrik disini, hanya ada lilin-lilin yang dinyalakan ketika malam hari. Suhu dalam rumah stabil antara 17-18 derajat setiap tahun, sumber penghangat utama rumah adalah kompor batu bara antik kemudian disebarkan ke sekitar ruang dengan pipa tembaga, selain itu berfungsi juga memanaskan air dan sebagai kompor oven. Cahaya matahari benar-benar dimaksimalkan dengan jendela dan skylight karena tidak adanya listrik, sederhana dan dapat menghangatkan ruang. Berdekatan dengan kamar mandi terdapat toilet kompos sederhana, output pupuk kompos ini digunakan untuk pertanian sekitar. (Bryce, 2015)

## 2.7 Kajian dan konsep fungsi bangunan yang diajukan

Seperti yang dijelaskan pada Bab Pendahuluan, pada penelitian ini konsep perancangan yang diajukan merupakan Ecovillage dengan prioritas pada faktor lingkungan melalui penerapan konsep permakultur. Penerapan ini dilakukan melalui rumusan pedoman berikut ini:

### A. Guideline Lingkungan Pemukiman

#### Tujuan

- Untuk mendorong terbentuknya rasa komunitas, baik dalam lingkungan rumah maupun dalam desa secara keseluruhan dengan tetap menjaga privasi warga
- Untuk mendukung hubungan yang berkelanjutan antara penduduk
- Untuk membangun hubungan yang berkelanjutan antara kehidupan manusia dengan kehidupan dari tumbuhan dan hewan
- Untuk memaksimalkan ruang terbuka

#### Sasaran

- 8 rumah akan dibangun di area pemukiman, dengan konstruksi bertahap selama periode satu sampai dua tahun
- Jumlah penduduk pemukiman dalam site mencapai 48 orang
- Perumahan berbentuk kluster, dengan luas lahan maksimum 30% kawasan, termasuk fasilitas umum

#### Rencana Komprehensif.

- Lingkungan sekitar perumahan terbuka dan bebas kendaraan bermotor
- Akses unit rumah dekat dengan fasilitas umum sehingga ukuran rumah bisa ditekan dan dialihkan menjadi *sharing space*
- *Sharing space* akan mencakup fasilitas dapur umum, toilet komunal, dan laundry.
- Lahan parkir terbatas akan disediakan site.
- Lingkungan dirancang untuk memungkinkan wirausaha dan industri rumahan.

#### Proses Desain

- Dalam ruang ekstensi, penghuni memiliki kebebasan untuk merencanakan lingkungan sesuai dengan keinginan dan kebutuhan mereka sendiri.

### **Model Perumahan**

- Menggunakan konstruksi cob clay dengan hemp sebagai alternatif

### **Kebutuhan khusus**

- Desain akan mendukung kebutuhan anak, orang tua, dan difabel.
- Sedapat mungkin lingkungan rumah masih dapat diakses kursi roda.

## **B. Guideline Pertanian**

### **Tujuan**

- Untuk memproduksi makanan di site, seperti sorghum, buah-buahan, kacang-kacangan, dan sayuran dengan beberapa hewan ternak (ayam, kambing, dan sapi)
- Untuk mengembangkan, menunjukkan, dan mengajarkan teknologi yang berkelanjutan dalam pengolahan makanan, air, energi.
- Untuk meningkatkan kualitas ekonomi dan keterjangkauan dengan menyediakan lahan bercocok tanam
- Untuk mendorong cagar alam habitat spesies asli.
- Untuk mendorong kesadaran masyarakat tentang sistem keberlanjutan ramah lingkungan

### **Sasaran**

- Minimal 65% kebutuhan makanan warga dapat dipenuhi dari site
- Sistem pertanian akan didasarkan pada prinsip permakultur
- Lahan pertanian mudah dirawat oleh tenaga manusia
- Perawatan lahan menggunakan energi berkelanjutan dan sebisa mungkin berasal dari dalam site
- Budidaya akuakultur

## **C. Guideline Air dan Air Limbah**

### **Tujuan**

- Untuk menyediakan sumber air sendiri
- Untuk merancang sistem di mana air sebanyak mungkin bisa didaur ulang di site
- Untuk meminimalkan penggunaan air dan menyimpan pasokan air

### **Sasaran**

- Sumber utama air dari air hujan untuk sebagian besar tempat tinggal dan dari tower warka.
- Menampung air hujan yang digunakan untuk segala kebutuhan sehari-hari.
- Membangun sistem Greywater dengan wetland dan kolam alga
- Sewage (blackwater) disalurkan ke biodigester untuk dijadikan biogas dan pupuk.
- Pengairan pertanian mandiri menggunakan panen hujan, olahan greywater dan air kolam ikan.

### **D. Guideline Energi**

#### **Tujuan**

- Untuk mempromosikan penggunaan energi yang lebih berkelanjutan.
- Untuk meminimalkan penggunaan energi.
- Untuk menggunakan sumber yang paling ramah lingkungan, khususnya solar dan biomassa.

#### **Sasaran**

- Memberikan dukungan sistem energi terbarukan surya dan biomassa
- Membentuk sendiri utilitas energi di site
- Ringkasan dari standar energi yang diusulkan:
  - o maksimalkan pencahayaan alami
  - o desain berorientasi arah angin
  - o biogas digunakan untuk memasak
  - o sumber listrik dihidupi dari energi surya

### **E. Guideline Bahan Bangunan**

#### **Tujuan**

- Untuk memilih bahan yang ramah lingkungan sementara tidak mahal dalam biaya.

#### **Sasaran**

Kriteria bahan bangunan pilihan meliputi:

- Tidak beracun dan aman untuk penghuni jangka pendek dan panjang
- Tersedia secara lokal dan dapat ditanam dalam site
- Masa hidup bangunan panjang dan setelahnya dapat didaur ulang
- Insulasi yang aman dan nyaman

**PERBANDINGAN MATERIAL TUMBUHAN SEBAGAI BAHAN BANGUNAN BERKELANJUTAN**

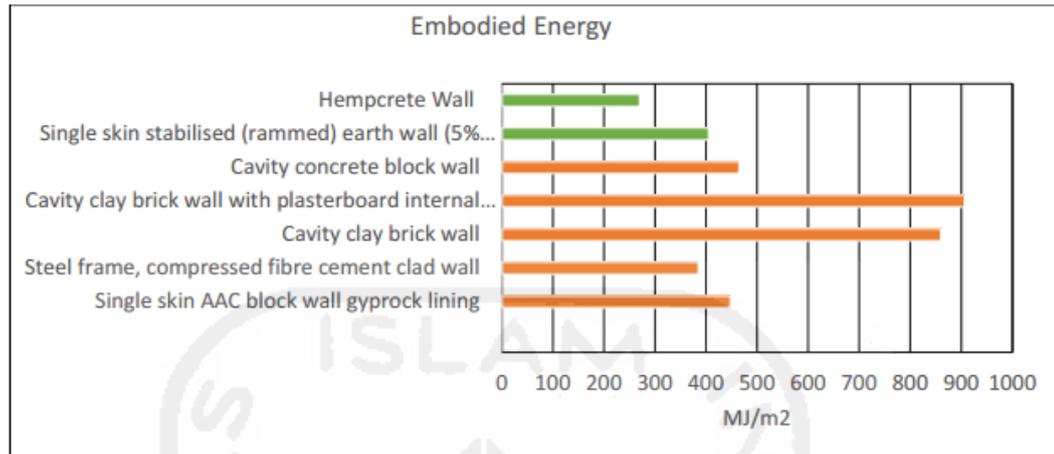
	<b>Parameter</b>	Bambu	Hemp (mixture: hemp, lime, water)	Sisal+lumpur	Sorghum (Strawbale construction)
Sebagai Tanaman	Masa panen	3-7 tahun sekali	4 bulan sekali	2 tahun sekali	3-4 bulan sekali
	Produksi per hektar	4-20 ton	2 ton	4 ton	1,6 ton
	Penyerapan CO2 setahun	12 ton/ha	44 ton/ha	7,5 ton/ha	45 ton/ha
	Fungsi Lain	Makanan, kerajinan	tekstil, makanan, obat, bahan bakar, plastik, kosmetik, dll	tekstil, pakan ternak, plastik, kertas	makanan, pakan ternak, bahan bakar
	Ketersediaan lokal	v	v	v	v
Sebagai Material	Umur Bangunan	10-30 tahun (dengan pengawetan)	300-800 tahun	100+ tahun	100+ tahun
	Affordable	v	v	v	v
	Ramah Lingkungan	v	v	v	v
	Energi Efisien	v	v	-	v
	Ketahanan Api	sedang	tinggi	tinggi	sedang
	Anti Rayap/hama	v	v	v	-
	Bebas Limbah	-	v	-	-
	Recycleable	v	v	-	-
	Biodegradable	v	v	-	-
	Kedap Suara	-	v	v	v

Tabel 2.11 Perbandingan Material Tumbuhan

Courtesy of Adhe Nurtsani

Dalam konteks ini material yang berkelanjutan adalah material yang dapat ditanam dan tumbuh dalam sistem permakultur, sehingga komunitas

mempertimbangkan material alternatif dari material yang sudah ada. Apabila dibandingkan dengan material lokal, *embodied energy* dari hempcrete lebih rendah bila ditanam di site.



Tabel 2.12 Perbandingan *Embodied Energy*

sumber: Kirby Sanchez, 2015

Mempertimbangkan tujuan perancangan yang menginginkan pemukiman pertanian dengan posisi yang lebih kuat dalam struktur kota, maka material yang digunakan harus resilien terhadap segala macam kondisi dan mampu bertahan dalam waktu yang lama, maka hemp menjadi jawabannya. Meskipun belum secara luas diproduksi oleh wilayah lokal dan belum pernah digunakan sebagai bahan bangunan, tapi hemp sudah tidak asing digunakan untuk kerajinan tas di kota Machakos. Hemp tidak akan sepenuhnya digunakan karena tidak berfungsi sebagai penahan beban melainkan insulasi, sehingga akan dikombinasikan dengan konstruksi tanah liat.

## F. Guideline Sirkulasi

### Tujuan

- Untuk mendukung pejalan kaki dan sirkulasi sepeda
- Untuk membatasi kendaraan bermotor.

### Sasaran

- Infrastruktur jalan mengikuti aturan dan dimensi standar
- Menyediakan sirkulasi primer untuk pejalan kaki dan jalur sepeda
- Akses kendaraan tidak sampai ke lingkungan perumahan

- Sirkulasi menghubungkan langsung pemukiman dengan fasilitas umum

### G. Guideline Sosial

#### Tujuan

- Untuk membangun kepedulian dengan manusia dan lingkungan
- Untuk membentuk komunitas yang mencerminkan kultur petani Kenya

#### Sasaran

- Melibatkan masyarakat dalam pengembangan dan perawatan ecovillage
- Membangun *meeting point* dan *sharing space*
- *Sense of belonging* terhadap ecovillage secara keseluruhan

## 2.8 Kajian dan konsep figuratif rancangan (penemuan bentuk dan ruang)

Ruang-ruang yang dibutuhkan dalam ecovillage ini berbasis pada prinsip permakultur dimana setiap keberadaan satu sistem dapat menjadi manfaat bagi sistem yang lain, sehingga terjadi hubungan antar ruang yang saling terintegrasi. Melalui analisis kebutuhan dan produk yang dihasilkan maka didapatkan keterikatan antara satu sistem dengan sistem yang lain. Rumah membutuhkan material yang dihasilkan oleh tanaman, kemudian rumah menghasilkan pupuk yang dibutuhkan oleh tanaman. Hubungan saling membutuhkan ini yang menjadi penentu kedekatan antar ruang.

<b>House</b>	<b>Needs</b>	<b>Products</b>
	Clean Water Drinking Water Electricity Foods Gas Material (hemp) Bedroom Kitchen Toilet	Manure Organic waste Grey water Black water Work-gardening
<b>Vegetable</b>	<b>Needs</b>	<b>Products</b>
	Seeds Compost, liquid fertilizer Mulch	Vegetables Fruit Herbs and Spices

	Healthy soil Fence Seedling area Cultivation – tools & labour Water Sunlight Weed control Wind control	Compost material Animal feed material Flowers Money Other products through trade Mulch material Trellising material from fence Products from windbreak
<b>Fish</b>	<b>Needs</b>	<b>Products</b>
	Pond Food Protection from predators Friends – other fish Water plant Shade	Fish Manure Money Plant Nutrition
<b>Chicken</b>	<b>Needs</b>	<b>Products</b>
	Food House Water Protection from predators Shade Medicine Friends – other chickens Dry earth Fence Laying box Fresh air	Meat Eggs Manure Money Feathers Work - weed control Work – pest control
<b>Goat</b>	<b>Needs</b>	<b>Products</b>
	Food Shelter Water Protection from predators Medicine Friends – other goat Dry earth Fence Fresh air	Meat Manure Money Weed control Leather

Tabel 2.13 Kebutuhan dan Produk Elemen Perancangan

Courtesy of Adhe Nurtsani



Gambar 2.39 Skema Aliran Air Hujan

Aliran air hujan eksisting dalam site menunjukkan dimana air paling banyak berkumpul, baik itu karena ada perkerasan maupun karena tidak ada pepohonan yang dapat menyerap air dengan baik. Titik ini kemudian direspon dengan membuat kolam air sementara sebagai daerah tangkapan air hujan, kemudian kolam ini yang akan menjadi sumber pengairan tanaman hemp.

Sebelum membangun rumah seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa hemp merupakan material alternatif yang diajukan untuk menggantikan konstruksi tanah liat. Lahan ditanami hemp sebelum dibangun pemukiman (Gambar 2.40).

Pembangunan rumah dilakukan secara bertahap asetiap masa panen hemp yaitu 4 bulan sekali, satu hektar tanaman hemp mampu menghasilkan cukup bahan untuk 135m<sup>2</sup> rumah, sehingga butuh waktu 16 bulan untuk membangun seluruh rumah.



Gambar 2.40 Skema Penanaman Hemp

## 2.9 Program Arsitektural yang Relevan



Pada jaringan perumahan terdapat beberapa ruang yang krusial dan harus ditempatkan dekat dengan rumah, yaitu solar grid untuk dapat selalu dicek dan memperpendek kabel jaringan, rain cistern untuk memperpendek pipa dan menyediakan langsung sumber air bersih, tempat pembibitan karena membutuhkan perhatian khusus saat masa-masa pembibitan,

